FAULHABER

Bedienungsanleitung

3564K024B CC
MCBL 3003/06 C
MCDC 3003/06 C

FAULHABER GROUP
We create motion

Inhaltsverzeichnis

1 Überblick	1.1 Allgemeine Beschreibung	5
	1.2 Schnellstart	6
	1.2.1 Betrieb über FAULHABER Motion Manager	7
	1.2.2 Betrieb über eigene Host-Anwendung	8
2 Installation	2.1 Anschlüsse und Verdrahtung	9
	2.1.1 Installationshinweise	10
	2.1.2 Wartung	10
	2.1.3 Fachpersonal	10
	2.2 CAN-Verdrahtung	11
	2.3 Motorverdrahtung	12
	2.4 Baudrate und Node-ID	13
	2.5 Grundeinstellungen	14
3 Funktionsbeschreibung	3.1 Positionsregelung	16
	3.2 Drehzahlregelung	17
	3.2.1 Drehzahlvorgabe über CAN	17
	3.2.2 Analoge Drehzahlvorgabe	18
	3.3 Referenzfahrten und Endschalter	20
	3.4 Erweiterte Betriebsarten	23
	3.4.1 Schrittmotorbetrieb	23
	3.4.2 Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)	24
	3.4.3 Analoger Positionier-Modus	25
	3.4.4 Externer Impulsgeber als Istwertgeber	25
	3.4.5 Spannungssteller-Modus	26
	3.4.6 Analoge Sollstromvorgabe	26
	3.4.7 IxR-Regelung bei DC-Controllern	26
	3.5 Sonderfunktionen des Fehleranschlusses	27
	3.6 Technische Informationen	28
	3.6.1 Sinuskommutierung	28
	3.6.2 Stromregler und I^2t-Strombegrenzung	28
	3.6.3 Übertemperatursicherung	28
	3.6.4 Unterspannungsüberwachung	29
	3.6.5 Überspannungsregelung	29
	3.6.6 Einstellung der Reglerparameter	29
4 CANopen	4.1 Einführung	30
	4.2 PDOs (Prozessdatenobjekte)	31
	4.3 SDO (Servicedatenobjekt)	33
	4.4 Emergency Object (Fehlermeldung)	35
	4.5 NMT (Netzwerkmanagement)	36
	4.6 Einträge im Objektverzeichnis	38
	4.7 Antriebssteuerung (Device Control)	40

5 Erweiterte CAN Funktionen

5.1 Der FAULHABER Kanal 42
5.2 Trace 42

6 Parameter-Beschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach DS301 43
6.2 Herstellerspezifische Objekte 49
6.3 Objekte des Antriebsprofils DSP402 51
6.3.1 Device Control 51
6.3.2 Factor Group 53
6.3.3 Profile Position Mode 54
6.3.4 Homing Mode 57
6.3.5 Position Control Function 59
6.3.6 Profile Velocity Mode 60
6.3.7 Common Entries 61
6.4 FAULHABER Kommandos 63
6.4.1 Befehle zur Grundeinstellung 64
6.4.1.1 Befehle für spezielle FAULHABER Betriebsarten 64
6.4.1.2 Parameter für Grundeinstellungen 65
6.4.1.3 Allgemeine Parameter 66
6.4.1.4 Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge 67
6.4.1.5 Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter im FAULHABER Modus 67
6.4.2 Abfragebefehle für Grundeinstellungen 68
6.4.2.1 Betriebsarten und allgemeine Parameter 68
6.4.2.2 Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge 70
6.4.2.3 Konfiguration der Referenzfahrt im FAULHABER Modus 70
6.4.3 Sonstige Befehle 71
6.4.4 Befehle zur Bewegungssteuerung 71
6.4.5 Allgemeine Abfragebefehle 72

7 Anhang

7.1 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 73
7.1.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch 73
7.1.2 CE-Kennzeichnung 73
7.2 Konfiguration im Auslieferzustand 74
7.3 Datenblätter 77

Version:
2. Auflage, 01.07.2006

Versionen der Firmware:
BL: 605.3150.51O
DC: 605.3150.52O

Copyright
by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23 · 71101 Schönaich

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten.
Ohne vorherige ausdrückliche schriftliche Genehmigung der Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG darf kein Teil dieser Beschreibung vervielfältigt, reproduziert, in einem Informationssystem gespeichert oder verarbeitet oder in anderer Form weiter übertragen werden.

Diese Beschreibung wurde mit Sorgfalt erstellt.
Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt jedoch für eventuelle Irrtümer in dieser Beschreibung und deren Folgen keine Haftung. Ebenso wird keine Haftung für direkte Schäden oder Folgeschäden übernommen, die sich aus dem Missbrauch der Geräte ergeben.

Bei der Anwendung der Geräte sind die einschlägigen Vorschriften bezüglich Sicherheitstechnik und Funkentstörung zu beachten.

Änderungen vorbehalten.

1 Überblick

1.1 Allgemeine Beschreibung

Die vorliegende Dokumentation beschreibt die Funktion und Bedienung folgender Geräte mit CANopen-Schnittstelle:

3564K024B CC
Der 3564K024B CC integriert einen bürstenlosen DC-Servomotor, einen hochauflösenden Istwertgeber und einen Motion Controller in einer kompletten Antriebseinheit.

MCBL 3003/06 C
Der MCBL 3003/06 C ist ein externer Motion Controller für bürstenlose DC-Servomotoren mit linearen Hallsensoren, die ohne zusätzlichen Geber betrieben werden können.

MCDC 3003/06 C
Der MCDC 3003/06 C ist ein externer Motion Controller, der für die gesamte Palette der FAULHABER DC-Kleinstmotoren ausgelegt ist.

Die Motion Controller basieren alle auf einem leistungsfähigen digitalen Signalprozessor (DSP) der eine hohe Regelgüte, eine genaue Positionierung und sehr niedrige Drehzahlen ermöglicht.

Folgende Antriebsaufgaben können ausgeführt werden:

- **Drehzahlregelung** bei hohen Anforderungen an Gleichlauf und geringste Drehmoment-Schwankungen. Ein PI-Regler sorgt für Einhaltung der Solldrehzahlen.
- **Drehzahlprofile** wie Rampen-, Dreieck- oder Trapezbewegungen können realisiert werden. Ein sanftes Anfahren oder Abbremsen ist problemlos umsetzbar.
- **Positionierbetrieb:** Anfahren von definierten Positionen mit hoher Auflösung (1/3000 Umdrehung bei Verwendung der linearen Hallsensoren von BL-Motoren).
- Erfassen von **Referenzmarken und Endschalter**.
- Erweiterte Betriebsarten: **Schrittmotorbetrieb, Analoger Positionierbetrieb, Spannungssteller**, **Elektronisches Getriebe**, Betrieb mit **externem Inkrementalgeber**. MCDC 3003/06 C: **IxR-Regelung**.
- **Drehmomentregelung** durch einstellbare Strombegrenzung.
- **Abspeichern**der eingestellten Konfiguration.

Zur Umsetzung dieser Aufgaben stehen verschiedene Ein- und Ausgänge zur Verfügung:

- **Sollwerteingang** für die Drehzahlvorgabe. Es kann mit Analog- oder PWM-Signal gearbeitet werden. Der Eingang kann auch als Digital- oder Referenzeingang verwendet werden. Ein Frequenzsignal oder ein externer Inkrementalgeber kann ebenfalls hier angeschlossen werden.
- **Fehlerausgang** (Open Collector). Auch als Drehrichtungs-, Digital- oder Referenzmarkeneingang sowie als Impuls- oder Digitalausgang umprogrammierbar.
- 1 bis 3 zusätzliche **Digitaleingänge**.

CANopen-Schnittstelle zur Integration in ein CAN-Netzwerk mit Übertragungsraten bis zu 1Mbit/s. Unterstützt wird das CANopen-Kommunikationsprofil nach DS301 V4.02 und DSP402 V2.0 gemäß der CiA-Spezifikation für Slave-Geräte mit folgenden Diensten:

- 1 Server SDO
- 3 Sende PDOs, 3 Empfangs PDOs
- Statisches PDO Mapping
- NMT mit Node Guarding
- Emergency Object

Die Einstellung von Übertragungsrate und Knoten-Nummer erfolgt über das Netzwerk gemäß dem LSS-Protokoll nach DSP305 V1.1, zusätzlich ist eine automatische Baudratenerkennung implementiert.

Über einen speziellen FAULHABER PDO-Kanal können außerdem sehr einfach alle Funktionen und Parameter der Antriebseinheit angesprochen werden. Für jedes FAULHABER Kommando steht ein entsprechendes CAN-Telegramm auf dem PDO-Kanal zur Verfügung, womit die CAN-Einheit analog zur seriellen Variante bedient werden kann. Über die eingebaute Trace-Funktion können Antriebsparameter sehr schnell analysiert werden. Für Windows 95/98/ME/NT/2K/XP ist die **Software FAULHABER Motion Manager 3** verfügbar, die die Bedienung und Konfiguration der Einheiten auch über die CAN-Schnittstelle wesentlich vereinfacht und zudem eine grafische Onlineanalysemöglichkeit der Betriebsdaten bietet.

Einsatzgebiete
Durch die kompakte Bauform sind die Einheiten mit geringem Verdrahtungsaufwand in vielfältigen Anwendungen einsetzbar. Die flexiblen Anbindungsmöglichkeiten eröffnen ein breites Einsatzgebiet in allen Bereichen, zum Beispiel in dezentralen Systemen der Automatisierungstechnik sowie in Handling- und Werkzeugmaschinen.

Optionen
Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuerelektronik ist optional ab Werk möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen), hierbei entfällt der 3. Eingang. Auf Anfrage ist eine spezielle Vorkonfiguration der Modi und Parameter möglich.
Die Motion Manager-Software kann kostenlos unter www.faulhaber-group.com heruntergeladen werden.

1 Überblick

1.2 Schnellstart

Für einen einfachen Einstieg sind in diesem Kapitel die ersten Schritte zur Inbetriebnahme und Bedienung der FAULHABER Motion Controller mit CANopen-Schnittstelle aufgezeigt.

Die ausführliche Dokumentation ist aber in jedem Fall zu lesen und zu berücksichtigen, insbesondere das Kapitel 2.5 **Grundeinstellungen**!

Die Einheiten werden standardmäßig ohne gültige Knotenadresse (Node-Id = 0xFF) und mit eingestellter automatischer Baudratenerkennung ausgeliefert.

Zur Einstellung von Baudrate und Knotenadresse ist zuallererst die Einheit über CAN an ein entsprechendes Konfigurations-Tool, das das LSS-Protokoll nach CiA DSP305 unterstützt, anzuschließen. Dazu kann auch der FAULHABER Motion Manager 3 verwendet werden, der auf einem PC mit unterstütztem CAN-Interface installiert ist. Über das LSS-kompatible Konfigurations-Tool kann entweder im Global-Modus, wenn nur ein Antrieb angeschlossen ist, oder im Selective-Modus über die Serien-Nummer, wenn ein Antrieb im Netzwerk konfiguriert werden soll, die Knotenadresse und die Baudrate eingestellt werden (siehe Kapitel 2.4 **Baudrate und Node-ID**).

Wird der FAULHABER Motion Manager als Konfigurations-Tool verwendet, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Antriebseinheit an die CAN-Schnittstelle des PCs anschließen und einschalten bzw. PC mit dem CAN-Netzwerk verbinden.
2. FAULHABER Motion Manager 3 starten.
3. CAN-Schnittstelle als Kommunikationsschnittstelle aktivieren und konfigurieren über den Menüpunkt “Terminal – Verbindungen...”.
4. Menüpunkt “Konfiguration – Verbindungsparameter...” auswählen.
5. Konfigurationsmodus auswählen:
   a. Einzelnen Antrieb global konfigurieren (LSS Switch Mode Global), falls nur ein LSS-Knoten angeschlossen ist, und Sie keine weiteren Daten eingeben wollen.
   b. Angegebenen Knoten selektiv konfigurieren (LSS Switch Mode Selective), falls ein Knoten im Netzwerk konfiguriert werden soll. Wurde der Knoten im Node-Explorer noch nicht gefunden, ist hier die Serien-Nummer des zu konfigurierenden Antriebs-Knotens einzugeben, andernfalls sind die Datenfelder bereits richtig vorbelegt.
6. Im nächsten Dialog die gewünschte Übertragungsrate oder “Auto” auswählen und die gewünschte Knoten-Adresse eingeben.
7. Button “Senden” betätigen.
8. Die Einstellungen werden übertragen und dauerhaft im Controller gespeichert. Der Motion Manager ruft danach erneut die Scan-Funktion auf und der Knoten sollte nun im Node-Explorer mit der richtigen Knoten Nummer angezeigt werden. Nach erneutem Aus- und Einschalten arbeitet der Antrieb nun mit der eingestellten Konfiguration.

Nach dem Einschalten ist ein CANopen-Knoten immer im Zustand “Pre-Operational” und muss zuerst in den Zustand “Operational” versetzt werden, bevor er vollständig bedient werden kann.
Im Zustand “Pre-Operational” ist noch keine PDO-Kommunikation möglich, daher sind in diesem Zustand auch noch keine FAULHABER Kommandos verfügbar. Neben den Netzwerkmanagement-Funktionen ist hier nur die Einstellung von Parametern im Objektverzeichnis mittels SDO-Transfer möglich (siehe Kapitel 4 **CANopen**).

1 Überblick

1.2 Schnellstart

1.2.1 Betrieb über FAULHABER Motion Manager

Der FAULHABER Motion Manager bietet einen einfachen Zugriff auf die CANopen-Zustandsmaschinen über Menüeinträge, die entweder über das Kontextmenü des Node-Explorers (rechte Maustaste) oder über das Menü "Befehle – CANopen" aufgerufen werden können. Der gewünschte Knoten muss zuvor durch Doppelklick im Node-Explorer aktiviert worden sein. In der Statuszeile am unteren Bildschirmrand werden immer die aktuellen Zustände angezeigt.

Die weiter unten beschriebenen FAULHABER Kommandos können direkt in die Befehlseingabezeile eingegeben oder aus dem Befehle-Menü ausgewählt werden. Nach dem Senden des Kommandos wird ein Befehlsinterpreter durchlaufen, der den Befehl in ein entsprechendes CAN-Telegramm auf PDO2 umwandelt.

Um einen Motor über den Motion Manager anzutreiben, muss nun folgendermaßen vorgegangen werden (gültige Knoten-Nummer und übereinstimmende Baudrate vorausgesetzt):

1. Netzwerkknoten starten (Start Remote Node):
   Rechte Maustaste im Node-Explorer öffnet ein Kontextmenü, dort Eintrag "CANopen Netzwerkmanagement NMT – Start Remote Node" anwählen (oder über Menü "Befehle – CANopen").
   ➔ FAULHABER Kommandos sind nun verfügbar!
2. Antriebsfunktionen konfigurieren:
   Dafür steht unter dem Menüpunkt "Konfiguration – Antriebsfunktionen..." ein komfortabler Dialog zur Verfügung, über den die gewünschten Einstellungen vorgenommen werden können.
   Bei den externen Motion Controllern MCBL 3003/06 C und MCDC 3003/06 C ist zu prüfen, ob die richtigen Grundeinstellungen für den angeschlossenen Motor vorgenommen wurden (siehe Kapitel 2.5 Grundeinstellungen). Für Bürstenlosmotoren muss dabei der richtige Motortyp eingestellt sein, für DC-Motoren muss unter "Antriebsparameter" die richtige Impulszahl des Encoders (ENCRES) angegeben sein.

Je nachdem, ob Sie den Antrieb über die Standard CANopen-Objekte oder über die einfacheren FAULHABER Befehle bedienen wollen, gehen Sie in den gewünschten Modus (Modes of Operation / OPMOD 1,3,6 oder –1). Sollen die Einstellungen dauerhaft gespeichert werden, so muss noch der Button "EEPSAV" betätigt werden.

3. Antrieb aktivieren:

a.) FAULHABER Mode (OPMOD–1):

1. Befehl "EN". Eingabe in Befehlseingabefeld und Button "Senden" betätigen oder Auswahl aus Menü "Befehle – Bewegungssteuerung – Antrieb aktivieren" und Button "Senden" betätigen.

b.) Modes of Operation / OPMOD > 0:

1. Einschaltvorbereitung (Shutdown)
   Über Kontextmenü im Node-Explorer oder über Menü "Befehle – CANopen", Eintrag "Device Control – Shutdown" anwählen.
2. Endstufe einschalten (Switch On)
   Über Kontextmenü im Node-Explorer oder über Menü "Befehle – CANopen", Eintrag "Device Control – Switch On" anwählen.

4. Motor antreiben (Beispiele):
   Motor drehzahlgeregelt mit 100 rpm antreiben:

a.) FAULHABER Mode (OPMOD–1):
Befehl "V100". Eingabe in Befehlseingabefeld und Button "Senden" betätigen oder Auswahl aus Menü "Befehle – Bewegungssteuerung – Antreiben mit konstanter Drehzahl", Wert 100 in Dialogbox eingeben, OK und Button "Senden" betätigen.

b.) Profile Velocity Mode (OPMOD3):
Drehzahlvorgabe (Target Velocity) auf den Wert 100 setzen (Objekt 0x60FF).

Motor stoppen:

a.) FAULHABER Mode (OPMOD–1):
Befehl "V0".

b.) Profile Velocity Mode (OPMOD3):
Drehzahlvorgabe (Target Velocity) auf den Wert 0 setzen (Objekt 0x60FF) oder "Disable Operation".

Motor relativ um 10000 Inkremente verfahren:

c.) FAULHABER Mode (OPMOD–1):
Befehl "LR10000" zum Laden der relativen Sollposition, Befehl "M", um geladene Sollposition anzufahren.

d.) Profile Position Mode (OPMOD1):
Sollposition (Target Position) auf den Wert 10000 setzen (Objekt 0x607A). Sollposition anfahren ("New set-point" und "rel" in Statusword setzen).

1.2.2 Betrieb über eigene Host-Anwendung

Start des CANopen-Knotens:

Über das Broadcast-Kommando "Start Remote Node" wird entweder ein einzelner Knoten oder das gesamte Netzwerk gestartet und in den Zustand "Operational" gesetzt:

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x000	01	00

Das erste Datenbyte enthält das Start-Kommando "Start Remote Node", das zweite Datenbyte die Knotenadresse oder 0 für das gesamte Netzwerk.

Nachdem der Knoten gestartet wurde, sind alle Funktionen ansprechbar. Über die Device Control Funktionen nach CiA DSP402 oder über die FAULHABER Telegramme auf PDO2 kann der Antrieb nun aktiviert und betrieben werden.

Die Identifier der einzelnen Objekte sind entsprechend dem Predefined Connection Set vergeben und von der Knoten-Nummer abhängig (siehe Kapitel 4.5 **NMT Netzwerkmanagement**). Hier die wichtigsten Objekte:

Objekt	Funktion	Identifier
TxPDO1	Statusword	0x180 + Knoten-Nr.
RxPDO1	Controlword	0x200 + Knoten-Nr.
TxPDO2	FAULHABER Daten	0x280 + Knoten-Nr.
RxPDO2	FAULHABER Kommando	0x300 + Knoten-Nr.
TxSDO	Objekt lesen	0x580 + Knoten-Nr.
RxSDO	Objekt beschreiben	0x600 + Knoten-Nr.

Im Auslieferzustand befinden sich die Antriebe nach dem Einschalten im Betriebsmodus *Modes of operation* = 1 (Profile Position Mode). In dieser Betriebsart erfolgt die Antriebssteuerung über die Device Control Zustandsmaschine, die über das *Controlword* (Objekt 0x6040 oder RxPDO1) bedient und über das *Statusword* (Objekt 0x6041 oder TxPDO1) abgefragt wird.
Zum Aktivieren der Leistungsendstufe ist folgende Befehlsfolge vorgeschrieben:

1. Shutdown:
   Controlword = 0x06
2. Switch on / Enable Operation:
   Controlword = 0x0F

Der Antrieb befindet sich dann im Zustand "Operation Enabled", in dem er über die entsprechenden Objekte des Profile Position Mode bedient werden kann (siehe Kapitel 4.7 **Antriebssteuerung Device Control** und Kapitel 6.3.3 **Profile Position Mode**).

Die Konfiguration des Antriebs kann sowohl mittels SDO-Transfer über die Objekte des Objektverzeichnisses vorgenommen werden als auch über PDO2 mit den Befehlen des FAULHABER Kanals. Dabei sind nicht alle Konfigurationsmöglichkeiten über das Objektverzeichnis zugänglich, viele erweiterte Betriebsarten sind nur über den FAULHABER Kanal verfügbar (siehe Kapitel 6 **Parameter-Beschreibung**).

Der Antrieb kann auch ohne tiefere CANopen-Kenntnisse, wie Device Control, SDO-Protokoll und Objektverzeichnis in seinem vollen Leistungsumfang bedient werden. Der FAULHABER Kanal auf PDO2 stellt dafür eine einfache Möglichkeit zur Verfügung alle unterstützten Befehle auszuführen. Für die Antriebssteuerung über den FAULHABER Kanal muss zuvor in den Betriebsmodus *Modes of operation* = -1 gewechselt werden:

RxPDO2: FAULHABER Kommando "OPMOD-1"

11-Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten				
0x300 (768D) + Node-ID	0xFD	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF

Danach können alle FAULHABER Kommandos zur Antriebssteuerung entsprechend folgendem Protokoll verwendet werden:

RxPDO2: FAULHABER Kommando

11-Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten				
0x300 (768D) + Node-ID	Kommando	LLB	LHB	HLB	HHB

Beispiel: Knoten 1 antreiben mit 500 rpm (Befehl "V500"): Id 301: 93 F4 01 00 00

Im Kapitel 6.4 **FAULHABER Kommandos** sind alle verfügbaren Befehle aufgeführt.

2 Installation

2.1 Anschlüsse und Verdrahtung

1.) 3564K024B CC:

Die Anschlüsse sind als farbige Litzen ausgeführt und wie folgt belegt:

Litze	Bezeichnung	Bedeutung
blau	GND	GND
rosa	+24V	+24 V
braun	AnIn	Analog Eingang
weiß	Fault	Fehlerausgang
grau	AGND	Analog GND
gelb	CAN_L	CAN-Low/RS232 RxD*
grün	CAN_H	CAN-High/RS232 TxD*
rot	3.In	3. Eingang/optional Elektronikversorgung

2.) MCBL 3003/06 C:

Die Anschlüsse sind als Klemm- oder Stiftleisten ausgeführt und wie folgt belegt:

Versorgungsseite:	
Anschl.	**Bedeutung**
CAN_H	CAN-High / RS232 TxD*
CAN_L	CAN-Low / RS232 RxD*
AGND	Analog GND
Fault	Fehlerausgang
AnIn	Analog Eingang
+24V	+24 V
GND	GND
3.In	3. Eingang / optional Elektronikversorgung

Motorseite:	
Anschl.	**Bedeutung**
Ph A	Motor-Phase A (braun)
PH B	Motor-Phase B (orange)
Hall C	Hallsensor C (grau)
Hall B	Hallsensor B (blau)
SGND	Signal GND (schwarz)
+5V	VCC (rot)
Hall A	Hallsensor A (grün)
PH C	Motor-Phase C (gelb)

Zusätzlich ist ein 9-poliger SUB-D-Stecker angebracht mit folgender Belegung:

Pin	Bedeutung
2	CAN_L / RS232 RxD*
3	GND
7	CAN_H / RS232 TxD*

3.) MCDC 3003/06 C:

Die Anschlüsse sind als Klemmleisten ausgeführt und wie folgt belegt:

Versorgungsseite:	
Anschl.	**Bedeutung**
CAN_H	CAN-High / RS232 TxD*
CAN_L	CAN-Low / RS232 RxD*
AGND	Analog GND
Fault	Fehlerausgang
AnIn	Analog Eingang
+24V	+24 V
GND	GND
3.In	3. Eingang / optional Elektronikversorgung

Motorseite:	
Anschl.	**Bedeutung**
Mot -	Motor-
Mot+	Motor+
SGND	Impulsgeber GND
+5V	Impulsgeber VCC
Ch B	Impulsgeber Kanal B
Ch A	Impulsgeber Kanal A
4. In	4. Eingang
5. In	5. Eingang

Zusätzlich ist ein 9-poliger SUB-D-Stecker angebracht mit folgender Belegung:

Pin	Bedeutung
2	CAN_L / RS232 RxD*
3	GND
7	CAN_H / RS232 TxD*

*nur für Software-Update verfügbar

2 Installation

2.1 Anschlüsse und Verdrahtung

Stromversorgungsanschlüsse (+24 V, GND)

Das Netzgerät sollte je nach angeschlossenem Motor ausreichend dimensioniert sein. Polaritätsanschluss beachten. Bei Falschanschluss wird die interne Sicherung ausgelöst. Diese darf nur werkseitig ersetzt werden!

Analogeingang (Analog Eingang, Analog GND = AGND)

Der Analogeingang ist als Differenzeingang ausgeführt.

Der Analog-GND sollte mit dem Stromversorgungs-GND verbunden werden. Damit wird verhindert, dass der Spannungsabfall in der Versorgungsleitung sich auf den Drehzahlvorgabewert auswirkt.

Der Analogeingang hat je nach Konfiguration unterschiedliche Verwendungszwecke:

- Drehzahlsollwertvorgabe über Analogspannung
- Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal
- Strombegrenzungswert über Analogspannung
- Vorgabe der Sollposition über Analogspannung
- Digitaleingang für Referenz- und Endschalter
- Anschluss für einen externen Impulsgeber (Analog Eingang gegen GND: Kanal A / Analog GND gegen GND: Kanal B) im Gearing- oder BL-Encodermodus

CAN-Anschlüsse

Die CAN-Verdrahtung wird über die Anschlüsse CAN-H, CAN-L und über den Versorgungs-GND hergestellt. Über dieselben Anschlüsse kann auch eine serielle PC-Schnittstelle angebunden werden, um z. B. ein Firmware-Update durchzuführen.

Fehlerausgang

Der Fehlerausgang ist durch folgende Eigenschaften charakterisiert:

- Schalter, der nach GND schaltet (Open Collector)
- Ausgangswiderstand im offenen Zustand (High Pegel): 100 kΩ
- Im Fehlerfall ist der Schalter offen (High Pegel)
- Ausgangsstrom auf ca. 30 mA begrenzt, Spannung im offenen Zustand darf die Versorgungsspannung nicht übersteigen (maximal U_B)
- Kurzschlussfest

Der Fehlerausgang wird bei folgenden Situationen aktiviert:

- Strombegrenzung aktiv
- Überspannungsregler aktiv (Versorgungsspannung über 32 V)
- Endstufe abgeschaltet wegen Übertemperatur

Der Fehlerausgangs-Anschluss kann auch für andere Funktionen umkonfiguriert werden:

- Impulsausgang (nur MCBL…C, 3564…B CC)
- Digitalausgang
- Endschaltereingang
- Drehrichtungseingang

3. Eingang

Dieser Anschluss ist als Referenz- oder Digitaleingang verwendbar. Optional ist die Einheit auch mit getrennter Elektronikversorgung an diesem Anschluss lieferbar, wodurch das Abschalten der Motorspannung unabhängig von der Elektronikversorgung ermöglicht wird.

4./5. Eingang (nur MCDC)

Diese Eingänge sind als Digitaleingänge verwendbar.

2.1.1 Installationshinweise

Der Aufstellungsort soll so gewählt werden, dass für die Kühlung der Einheit saubere und trockene Kühlluft zur Verfügung steht. Die Einheiten sind für den Betrieb in Innenräumen vorgesehen. Größerer Staubanfall und hohe Konzentration von chemischen Schadstoffen sind zu vermeiden. Speziell beim Einbau in Gehäuse und Schränke ist darauf zu achten, dass die Kühlung der Einheit gewährleistet bleibt. Da das Gerät mit Oberflächenkühlung arbeitet, können hier Temperaturen bis 85 °C auftreten. Die einwandfreie Funktion ist nur dann gewährleistet, wenn die Versorgungsspannung innerhalb der definierten Toleranzbereiche anliegt. Verdrahtungsarbeiten an den Klemmleisten und Anschlüssen dürfen nur bei spannungsfreien Einheiten durchgeführt werden.

2.1.2 Wartung

Die Einheiten sind grundsätzlich wartungsfrei. Je nach Staubanfall müssen die Luftfilter von Schrankgeräten regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf gereinigt werden. Bei größerer Verschmutzung müssen die Einheiten an sich mit halogenfreien Mitteln gereinigt werden.

2.1.3 Fachpersonal

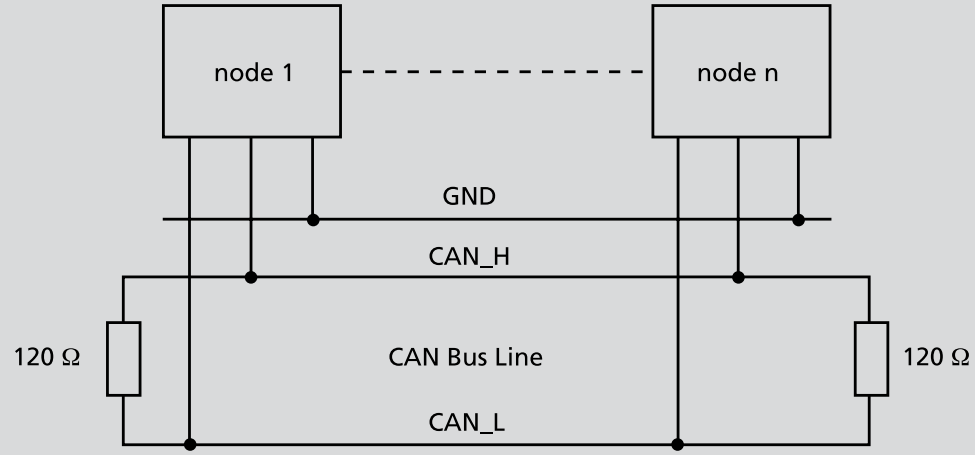
Nur ausgebildete Fachkräfte und unterwiesene Personen mit Kenntnissen auf den Gebieten Automatisierungstechnik und Normen und Vorschriften wie

EMV-Richtlinie, Niederspannungsrichtlinie, Maschinenrichtlinie, VDE-Vorschriften (wie DIN VDE 0100, DIN VDE 0113/EN 0204, DIN VDE 0160/EN 50178), Unfallverhütungsvorschriften

dürfen die Geräte einbauen und in Betrieb nehmen. Vor einer Inbetriebnahme muss diese Beschreibung sorgfältig gelesen und beachtet werden.

2 Installation

2.2 CAN-Verdrahtung



CAN ist ein 2-Draht Bussystem, an dem alle Knoten parallel angeschlossen werden. An jedem Ende der Busleitung muss ein Abschlusswiderstand von 120 Ω angeschlossen sein. Zusätzlich zu den beiden Signalleitungen CAN_H und CAN_L müssen die Knoten noch durch eine gemeinsame GND-Leitung miteinander verbunden sein.

Die maximale Leitungslänge wird durch die Übertragungsrate und die Signallaufzeiten begrenzt:

Baudrate	Max. Leitungslänge
1000 kBit/s	25 m
500 kBit/s	100 m
250 kBit/s	250 m
125 kBit/s	500 m
50 kBit/s	1000 m
20 kBit/s	2500 m
10 kBit/s	5000 m

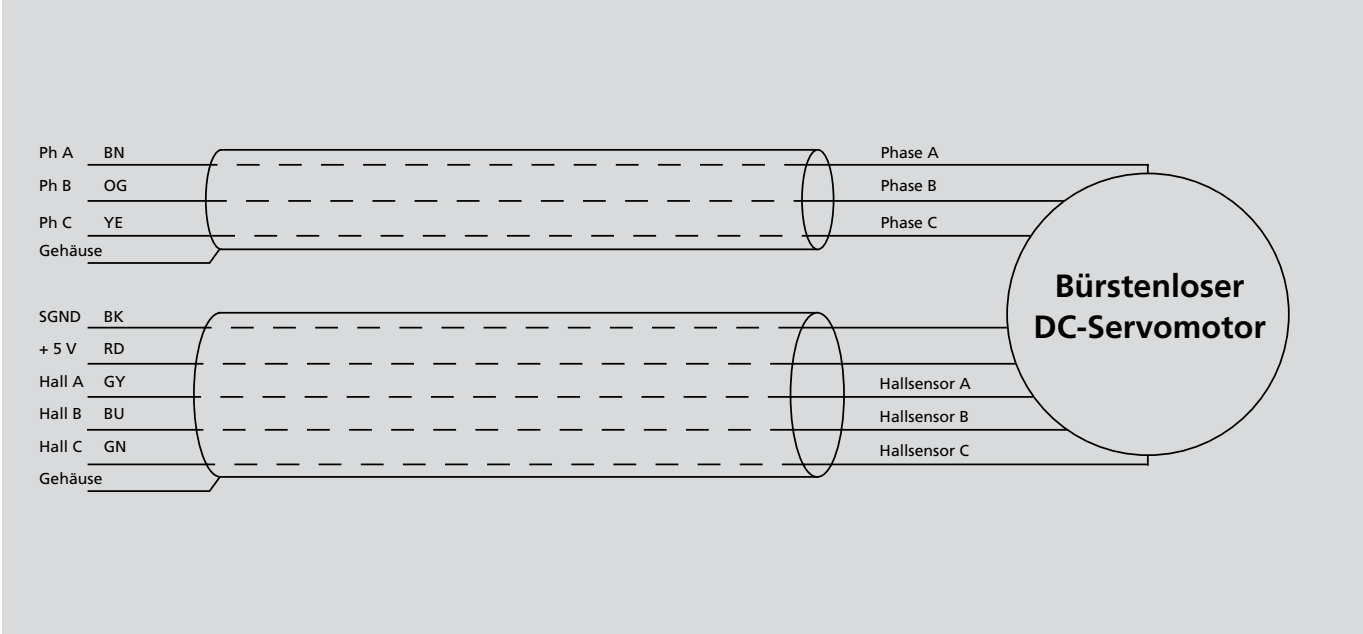
2 Installation

2.3 Motorverdrahtung

1.) MCBL 3003/06 C:

Die Signalleitungen sind störempfindlich, daher kann keine max. Leitungslänge angegeben werden.
Bei Anschlusslängen > 300 mm ist grundsätzlich eine Schirmung vorzusehen.

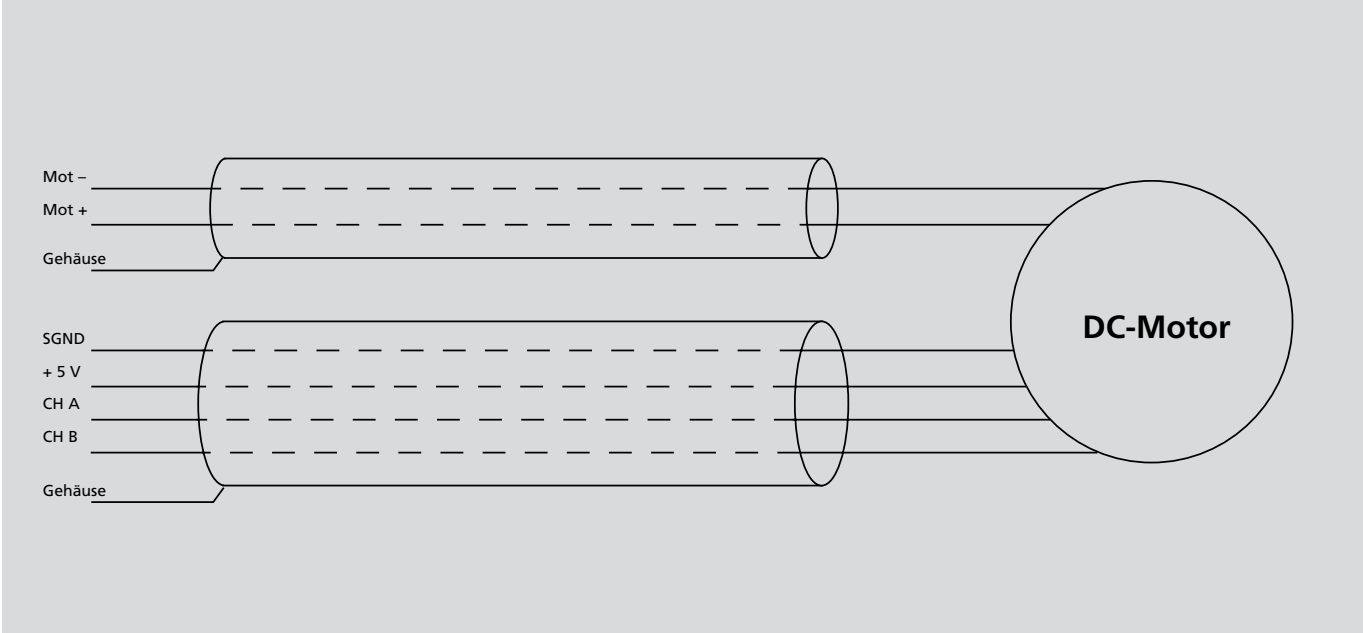
MCBL Motorverdrahtung



2.) MCDC 3003/06 C:

Die Encoderleitungen sind störempfindlich, daher kann keine max. Leitungslänge angegeben werden. Bei Anschlusslängen > 300 mm ist grundsätzlich eine Schirmung vorzusehen. Ein Encoder mit Differenzausgängen (z.B. Line Driver), erhöht die Störunempfindlichkeit. Hierfür ist der HEDL-Adapter Nr. 6501.00064 von FAULHABER zu verwenden.

MCDC Motorverdrahtung



2 Installation

2.4 Baudrate und Node-ID

Die Einstellung von Knotenadresse und Übertragungsrate erfolgt über das Netzwerk gemäß dem LSS-Protokoll nach CiA DSP305 (Layer Setting Services and Protocol). Zur Einstellung wird daher ein Konfigurationstool benötigt, das das LSS-Protokoll unterstützt, wie z. B. der FAULHABER Motion Manager 3.
Das Konfigurationstool ist dabei der LSS-Master, die Antriebe fungieren als LSS-Slaves.

Die Konfiguration von LSS-Slaves kann auf zwei Arten durchgeführt werden:

1. "Switch Mode Global" schaltet alle angeschlossenen LSS-Slaves in den Konfigurationsmodus. Zur Einstellung von Baudrate und Node-ID darf allerdings nur ein LSS-Slave angeschlossen sein.
2. "Switch Mode Selective" schaltet genau einen LSS-Slave im Netzwerk in den Konfigurationsmodus. Dazu muss Vendor-ID, Productcode, Revision-Number und Serien-Nummer des anzusprechenden Knotens bekannt sein.

Folgende Übertragungsarten (Bit Timing Parameters) können eingestellt werden:

Baudrate	Index
1000 kBit	0
800 kBit	1
500 kBit	2
250 kBit	3
125 kBit	4
50 kBit	6
20 kBit	7
10 kBit	8

Zusätzlich kann über den Index 0xFF eine automatische Baudratenerkennung aktiviert werden.

Folgende Knoten-Nummern können eingestellt werden:

1 – 255.

Die Node-ID 255 (0xFF) kennzeichnet den Knoten als nicht konfiguriert, was bewirkt, dass nach dem Einschalten der Knoten im LSS-Init-Status verweilt, bis er eine gültige Knoten-Nummer übermittelt bekommt. Erst dann wird die NMT-Initialisierung fortgesetzt.

Das LSS-Protokoll unterstützt auch das Auslesen der LSS-Adressen, bestehend aus Vendor-ID, Productcode, Revision-Number und Serien-Nummer von angeschlossenen Einheiten, sowie das Auslesen der eingestellten Node-ID.

Für die LSS-Kommunikation werden die Identifier 0x7E5 (vom Master) und 0x7E4 (vom Slave) verwendet, auf denen das Protokoll abgearbeitet wird.

Nach der Konfiguration werden die eingestellten Parameter im Flash-Speicher gesichert, damit sie nach dem Aus- und Einschalten wieder verfügbar sind.

Für die Aktivierung des "Switch Mode Selective" benutzen die FAULHABER Controller nur Vendor-ID, Productcode und Serien-Nummer. Für Revision-Number kann immer 0.0 übergeben werden, da dieser Wert im Protokoll ignoriert wird.

Vendor-ID: 327
Productcode: 3150

Für eine detaillierte Beschreibung des LSS-Protokolls wird auf das CiA-Dokument DSP 305 verwiesen.

Bei aktivierter automatischer Baudratenerkennung kann der Antrieb in ein Netzwerk mit beliebiger Übertragungsrate gemäß obiger Tabelle eingesetzt werden und nach spätestens 3 Telegrammen auf der Busleitung ist die Baudrate des Netzwerks detektiert und der Antrieb hat sich darauf eingestellt. Beachtet werden muss dabei, dass die ersten Telegramme verschluckt werden können und dass das Hochfahren etwas länger dauert.

2 Installation

2.5 Grundeinstellungen

Bei der ersten Inbetriebnahme der externen Motion Controller sind einige Grundeinstellungen zur Anpassung des Controllers an den angeschlossenen Motor vorzunehmen. Verwenden Sie den FAULHABER Motion Manager, um diese Anpassungungen bequem durchzuführen!

Bei Nichtbeachtung dieser Grundeinstellungen kann es zur Zerstörung von Komponenten kommen!

Der MCBL 3003/06 C ist bei der Auslieferung standardmäßig auf den Motortyp 5 (2444S024B K1155) eingestellt. Soll ein anderer Motor angeschlossen werden, ist zuerst der richtige Motortyp einzustellen. Der FAULHABER Motion Manager bietet dann noch die Möglichkeit die Hallsensor-signale für einen ruckelfreien Anlauf abzugleichen und den Phasenwinkel für besten Wirkungsgrad zu optimieren. Dieser Vorgang sollte auch bei jedem Motortausch und der Erstinbetriebnahme durchgeführt werden ("Optimierung auf angeschlossenen Motor" im Menü "Konfiguration – Antriebsfunktionen").

Des Weiteren müssen die Reglerparameter und die Strombegrenzungswerte auf den angeschlossenen Motor und die Anwendung angepasst werden.

Der Befehl MOTTYP stellt den Controller auf den entsprechenden Motor ein. Dabei werden zu den aufgeführten Werten auch interne Parameter verändert:

Die durch den Befehl MOTTYP eingestellten Werte können nachträglich wieder einzeln verändert werden. Mit dem Befehl RN werden die Default-Parameter entsprechend des eingestellten Motortyps gesetzt. Soll ein Motor angeschlossen werden, der nicht in der Motortyp-Liste aufgeführt ist, ist der Motortyp 0 (MOTTYP0) zu wählen und zusätzlich die Parameter k_n (Drehzahlkonstante) und R_m (Anschlusswiderstand) gemäß den Angaben im Datenblatt über die Befehle KN und RM einzustellen.

Der MCDC 3003/06 C ist bei der Auslieferung standardmäßig auf eine Impulsgeberauflösung von 512 Impulsen (ENCRES 2048) eingestellt. Über den Befehl ENCRES oder über den Antriebsparameter-Dialog im Motion Manager (Menü "Konfiguration – Antriebsfunktionen") wird die 4-fache Encoderauflösung eingegeben (Vierflankenauswertung).

Die Parameter R_m und k_n werden beim MCDC 3003/06 C zum Schutz der Leistungsendstufe im Bremsbetrieb verwendet. Die Werte sind aus dem Datenblatt des angeschlossenen Motors zu entnehmen. Des Weiteren müssen die Reglerparameter und die Strombegrenzungswerte auf den angeschlossenen Motor und die Anwendung angepasst werden.

Bei Verwendung des Fault-Pins als Eingang (REFIN, DIRIN) muss zuerst die gewünschte Funktion programmiert werden, bevor von außen Spannung angelegt wird!

MOTTYP	Motortyp	P-Anteil (POR)	I-Anteil (I)	PP	PD	Ii	Spitzenstrom (mA)	Dauerstrom (mA)
1	1628T012B K1155	12	25	24	2	40	3000	770
2	1628T024B K1155	12	22	8	10	40	3000	410
3	2036U012B K1155	6	45	10	14	50	3000	980
4	2036U024B K1155	14	25	17	6	50	3000	480
5	2444S024B K1155	7	40	16	9	50	5000	1370
6	3056K012B K1155	8	30	22	13	50	7000	1940
7	3056K024B K1155	10	40	22	12	50	3000	930
8	3564K024B K1155	8	40	12	6	50	8000	2800
9	4490H024B K1155	8	40	12	6	20	10000	6000

3 Funktionsbeschreibung

Die Motion Controller können für unterschiedliche Betriebsarten konfiguriert werden.

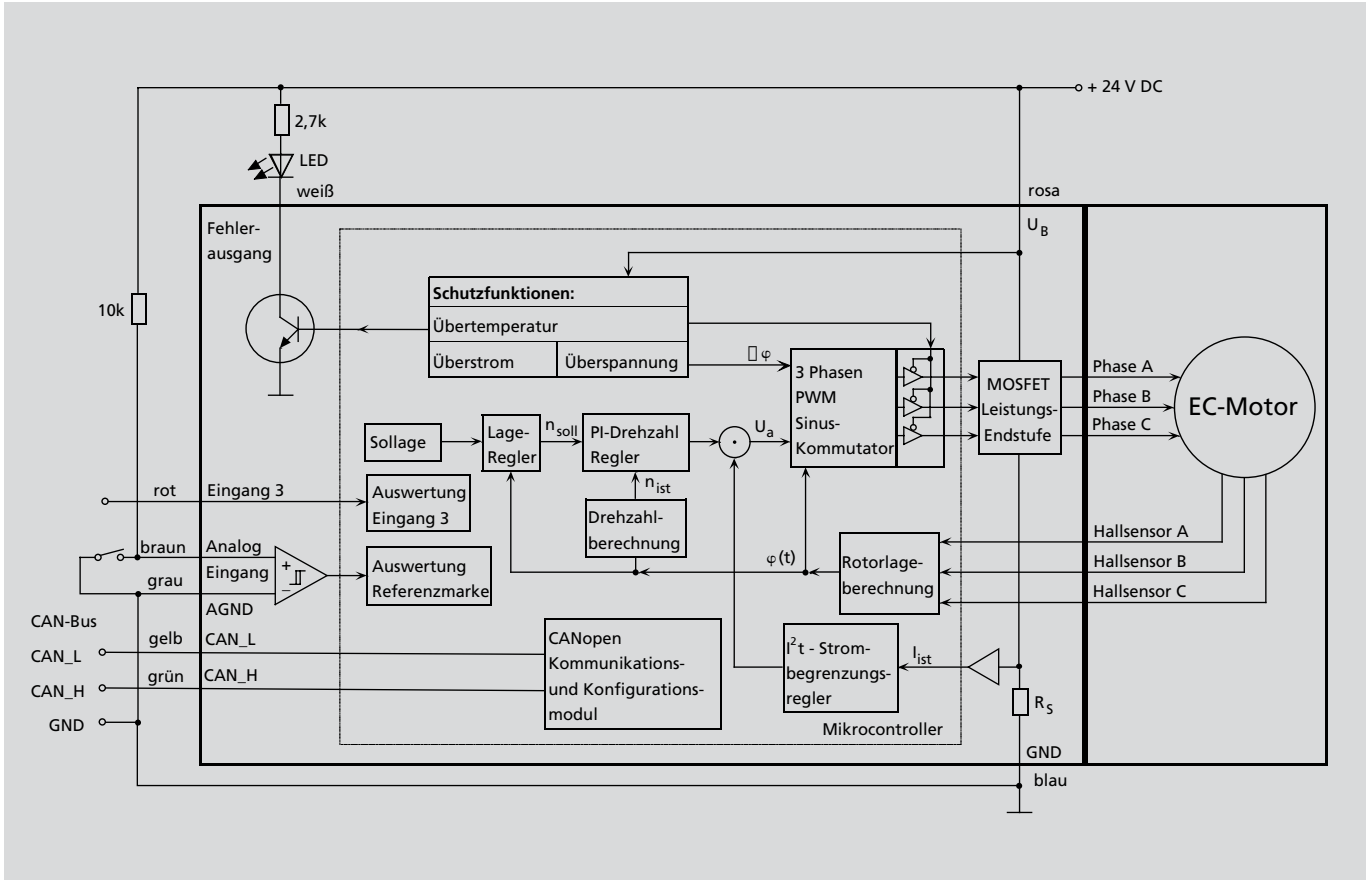
Standardmäßig wird die Antriebseinheit als Servomotor im “Profile Position Mode” nach CiA DSP402 ausgeliefert. Eine Umkonfiguration des Antriebs kann über die entsprechenden FAULHABER Kommandos durchgeführt werden. Sollen die Einstellungen dauerhaft gespeichert werden, so ist im Anschluss an die Konfiguration das Kommando SAVE (EEPSAV) auszuführen, was die aktuellen Einstellungen in den Flash-Datenspeicher übernimmt, von wo aus sie nach dem nächsten Einschalten wieder geladen werden.

Voraussetzung für den Betrieb des Antriebs in einer der hier aufgeführten Betriebsarten ist, dass sich das Gerät im NMT-Zustand “Operational” befindet, und dass die Endstufe aktiviert ist (“Switched On” bzw. EN). Alle weiter unten aufgeführten Befehle und Objekte werden im Kapitel 6 **Parameter-Beschreibung** nochmals zusammengefasst und erläutert. Angegeben sind für jede Betriebsart die FAULHABER Befehle, die als CAN-Telegramme, wie in Kapitel 6.4 **FAULHABER Kommandos** beschrieben, auf PDO2 übertragen werden.

Der FAULHABER Motion Manager 3 bietet eine einfache Möglichkeit zum Einstellen der Konfigurationsparameter und Betriebsarten über entsprechende Dialogfenster. Die angegebenen Befehle können im Klartext eingegeben oder aus dem Befehle-Menü ausgewählt werden. Die CANopen-Zustandsmaschinen können bequem über Menüauswahl bedient werden. Die aktuellen Zustände werden dabei automatisch in der Statuszeile angezeigt.

Beachten Sie bitte, dass die FAULHABER Befehle nur im Zustand “Operational” empfangen werden können (Motion Manager Menü “Befehle – CANopen – Netzwerkmanagement NMT – Start Remote Node).

Schaltungsbeispiel: 3564K024B CC mit Referenzschalter



3 Funktionsbeschreibung

3.1 Positionsregelung

In dieser Betriebsart können Sollpositionen über das CAN-Interface vorgegeben werden. Die Positionierungen können dabei auf zwei verschiedene Arten durchgeführt werden:

a.) Im "Profile Position Mode" nach DSP402:
Modes of Operation bzw. OPMOD muss auf 1 gesetzt sein. *Target Position* sowie Profil- und Reglerparameter werden über das Objektverzeichnis oder über FAULHABER Befehle eingestellt. Hier sind insbesondere die Beschleunigungswerte AC (0x6083) und DEC (0x6084), die Maximaldrehzahl SP (0x607F), die Strombegrenzungswerte LPC und LCC, sowie die Reglerparameter POR, I, PP und PD (0x60FB und 0x60F9) an die jeweilige Anwendung anzupassen. Die Positionierbereichsgrenzen können über den Befehl LL oder Objekt 0x607D eingestellt werden.
Die Positionierung wird über das *Controlword* gestartet und über das *Statusword* kontrolliert (siehe Kapitel 6.3.3 **Profile Position Mode**).

b.) Im FAULHABER Mode:
Modes of Operation bzw. OPMOD muss auf –1 gesetzt sein. FAULHABER Betriebsart CONTMOD oder ENCMOD und SOR0 eingestellt. Profil- und Reglerparameter werden über die FAULHABER Befehle zur Grundeinstellung (**Allgemeine Parameter**) vorgenommen. Hier sind insbesondere die Beschleunigungswerte AC und DEC, die Maximaldrehzahl SP, die Strombegrenzungswerte LPC und LCC, sowie die Reglerparameter POR, I, PP und PD an die jeweilige Anwendung anzupassen.
Die Positionierbereichsgrenzen können über den Befehl LL eingestellt und über APL aktiviert werden.
Die Positionierung wird über die FAULHABER Befehle zur Bewegungssteuerung ausgeführt:

Befehl	Funktion	Beschreibung
LA	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden Wertebereich: $-1{,}8 \cdot 10^9$ ...$1{,}8 \cdot 10^9$
LR	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Die resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen $-2{,}14 \cdot 10^9$ und $2{,}14 \cdot 10^9$ liegen.
M	Initiate Motion	Lageregelung aktivieren und Positionierung starten

Beispiel:
1.) Sollposition laden: LA40000
2.) Positionierung starten: M

Das Erreichen der Zielposition wird in beiden Betriebsarten durch das *Statusword* auf TxPDO1 signalisiert (Bit 10 "Target reached"), sofern der Transmission Type für RxPDO1 auf 255 eingestellt ist. (Objekt 0x1800).

Bei Verwendung der linearen Hallsensoren der Bürstenlosmotoren als Lagegeber (3564K024B CC, MCBL 3003/06 C) werden 3000 Impulse pro Umdrehung geliefert.

Bei APL0 können relative Positionierungen auch über die Bereichsgrenzen hinweg ausgeführt werden. Dabei wird bei Überschreitung der oberen (1800000000) bzw. der unteren Grenze (–1800000000) ohne Verlust von Inkrementen bei 0 weitergezählt.

3 Funktionsbeschreibung

3.2 Drehzahlregelung

3.2.1 Drehzahlvorgabe über CAN

Der Drehzahlregelmodus über CAN kann auf zwei verschiedene Arten durchgeführt werden:

a.) Im "Profile Velocity Mode" nach DSP402:
Modes of Operation bzw. OPMOD muss auf 3 gesetzt sein. Profil- und Reglerparameter werden über das Objektverzeichnis oder über FAULHABER Befehle eingestellt. Hier sind insbesondere die Beschleunigungswerte AC (0x6083) und DEC (0x6084), die Strombegrenzungswerte LPC und LCC, sowie die Reglerparameter POR und I (0x60F9) an die jeweilige Anwendung anzupassen. Der Drehzahlregelbetrieb wird durch Setzen von *Target Velocity* über das Objektverzeichnis (0x60FF) auf den gewünschten Wert gestartet und über das *Statusword* kontrolliert. Der Antrieb kann über das *Controlword* (Disable Operation) oder durch Schreiben des Wertes 0 auf das Objekt *Target Velocity* gestoppt werden (siehe Kapitel 6.3.6 **Profile Velocity Mode**).

b.) Im FAULHABER Mode:
Modes of Operation bzw. OPMOD muss auf –1 gesetzt sein. FAULHABER Betriebsart CONTMOD oder ENCMOD und SOR0 eingestellt. Profil- und Reglerparameter werden über die FAULHABER Befehle zur Grundeinstellung (**Allgemeine Parameter**) vorgenommen. Hier sind insbesondere die Beschleunigungswert AC und DEC, die Strombegrenzungswerte LPC und LCC, sowie die Reglerparameter POR und I an die jeweilige Anwendung anzupassen.

Die Drehzahlregelung wird über folgenden FAULHABER Befehl zur Bewegungssteuerung ausgeführt:

Befehl	Funktion	Beschreibung
V	Select Velocity Mode	Drehzahlmodus aktivieren und angegebenen Wert als Solldrehzahl setzen (Drehzahlregelung) Einheit: rpm

Beispiel:
Motor antreiben mit 100 rpm: V100

Um die Drehrichtung zu wechseln, übergeben Sie einfach einen negativen Drehzahlwert (z. B. V-100). Mit V0 stoppt der Antrieb.

Stellen Sie sicher, dass APL0 eingestellt ist, wenn der Antrieb nicht an den eingestellten Bereichsgrenzen (LL) stoppen soll! Prüfen Sie außerdem, ob nicht die Maximaldrehzahl SP kleiner als die gewünschte Solldrehzahl eingestellt ist.

3 Funktionsbeschreibung

3.2 Drehzahlregelung

3.2.2 Analoge Drehzahlvorgabe

Diese Betriebsart ist nur im FAULHABER Modus verfügbar: *Modes of Operation* bzw. OPMOD muss auf –1 gesetzt sein. FAULHABER Betriebsart CONTMOD und SOR1 (Drehzahlvorgabe über Spannung am Analogeingang) oder SOR2 (Drehzahlvorgabe über PWM-Signal am Analogeingang) eingestellt.

Profil- und Reglerparameter werden über die FAULHABER Befehle zur Grundeinstellung (**Allgemeine Parameter**) vorgenommen. Hier sind insbesondere die Beschleunigungswerte AC und DEC, die Strombegrenzungswerte LPC und LCC, sowie die Reglerparameter POR und I an die jeweilige Anwendung anzupassen. Über die nachfolgend beschriebenen Parameter kann die analoge Drehzahlregelung weiter konfiguriert werden:

Einstellen des Skalierungsfaktors (Maximaldrehzahl):
Drehzahlvorgabewert bei 10 V.

Befehl	Funktion	Beschreibung
SP	Load Maximum Speed	Maximaldrehzahl laden. Einstellung gilt für alle Modi (außer VOLTMOD) Einheit: rpm

Beispiel:
Maximaldrehzahl so einstellen, dass bei 10 V am Analogeingang die Solldrehzahl 5000 rpm beträgt: SP5000

Einstellen der Minimaldrehzahl:
Kleinste Drehzahl die bei Anliegen der Startspannung vorgegeben wird.

Befehl	Funktion	Beschreibung
MV	Minimum Velocity	Vorgabe der kleinsten Drehzahl in rpm

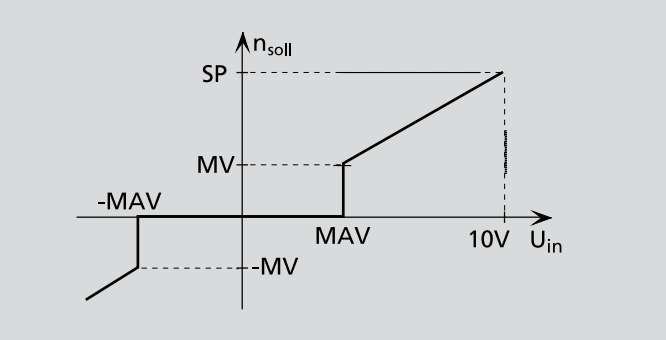
Beispiel:
Kleinste Drehzahl auf 10 rpm einstellen: MV10

Einstellen der Startspannung:
Spannung, ab der der Antrieb loslaufen soll.

Befehl	Funktion	Beschreibung
MAV	Minimum Analog Voltage	Vorgabe der minimalen Startspannung in mV

Beispiel:
Der Antrieb soll sich erst bei Spannungen über 100 mV oder unter –100 mV am Analogeingang in Bewegung setzen: MAV 100

Vorteil:
Da 0 mV am Analogeingang üblicherweise schwer einstellbar ist, kann auch 0 rpm nicht gut hergestellt werden. Das Totband, das durch die minimale Startspannung entsteht, verhindert ein Anlaufen des Motors bei kleinen Störspannungen.



Einstellen der Drehrichtung:

Befehl	Funktion	Beschreibung
ADL	Analog Direction Left	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Linksdrehung des Rotors
ADR	Analog Direction Right	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Rechtsdrehung des Rotors

Beispiel:
Rechtsdrehung bei positiven Spannungen: ADR

Der Fehlerausgang (Fault-Pin) kann auch als digitaler Drehrichtungseingang umkonfiguriert werden:

Befehl	Funktion	Beschreibung
DIRIN	Direction Input	Fault-Pin als Drehrichtungseingang verwenden

Pegel und Richtung:

Low: ... Linkslauf (entsprechend ADL-Befehl)
High: ... Rechtslauf (entsprechend ADR-Befehl)

Der Pegel am Drehrichtungseingang überstimmt die Einstellungen, die durch ADR und ADL vorgenommen wurden.

3 Funktionsbeschreibung

3.2 Drehzahlregelung

Sollwertvorgabe über Pulsweitensignal (PWM) am Analogeingang (SOR2):

Im Auslieferungszustand bedeuten:

- Tastverhältnis >50% ➔ Rechtsdrehung
- Tastverhältnis =50% ➔ Stillstand
- Tastverhältnis <50% ➔ Linksdrehung

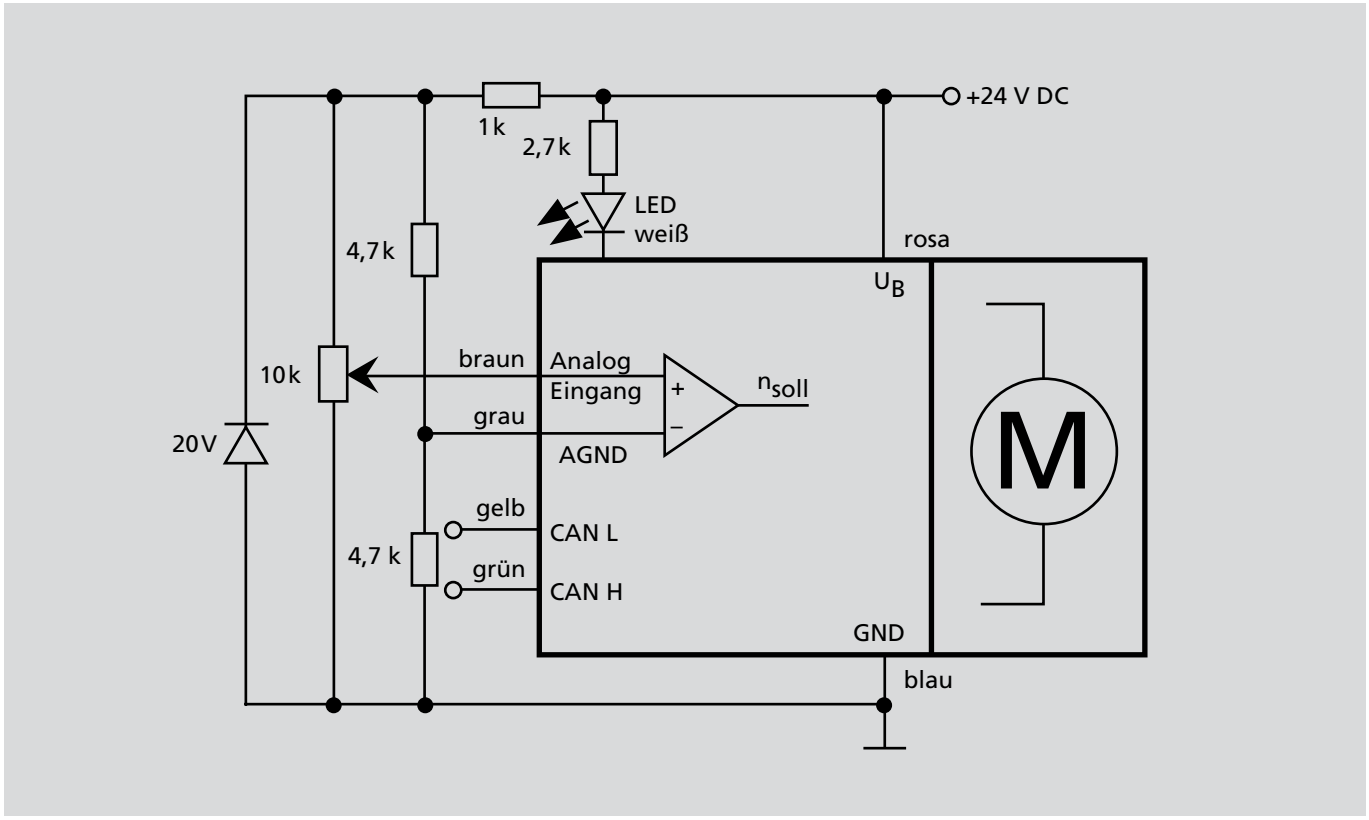
Die Befehle SP, MV, MAV, ADL und ADR sind hier ebenfalls anwendbar.

Stellen Sie sicher, dass APL0 eingestellt ist, wenn der Antrieb nicht an den eingestellten Bereichsgrenzen (LL) stoppen soll!

Bemerkung zur Eingangsschaltung:

Die Eingangsschaltung am Analogeingang ist als Differenzverstärker ausgeführt. Ist der Analogeingang offen, kann sich eine undefinierte Drehzahl einstellen. Der Eingang muss niederohmig mit AGND verbunden werden bzw. auf den Spannungspegel des AGND gesetzt werden, um 0 rpm zu erzeugen.

Einfache Möglichkeit der Sollwertvorgabe über Potentiometer, Schaltungsbeispiel mit 3564K024B CC:



3 Funktionsbeschreibung

3.3 Referenzfahrten und Endschalter

Die Anschlüsse

- AnIn
- Fault
- 3. In
- 4. In und 5. In (nur MCDC)

können als Referenz- und Endschaltereingänge verwendet werden.

Zusätzlich steht noch der Nulldurchgang der Hallsensorsignale bei BL-Motoren als Indeximpuls zur Verfügung, der einmal pro Umdrehung erscheint. An den Fault-Pin kann auch der Indeximpuls eines externen Encoders angeschlossen werden, über den die Istposition exakt abgenullt werden kann.

Die Anschlüsse AnIn und Fault sind als Interrupteingänge ausgelegt, was bedeutet, dass sie flankengetriggert sind. Alle anderen Eingänge sind nicht flankengetriggert, hier muss das Signal mindestens 100 µs anliegen, um sicher detektiert werden zu können. Die maximale Reaktionszeit auf Pegeländerungen an allen Eingängen beträgt 100 µs.

Pegel der digitalen Eingänge einstellen:

Befehl	Funktion	Beschreibung
SETPLC	Set PLC-Inputs	Digitale Eingänge SPS-kompatibel (24 V-Pegel)
SETTTL	Set TTL-Inputs	Digitale Eingänge TTL-kompatibel (5 V-Pegel)

Der Signalpegel der digitalen Eingänge kann über obige Befehle eingestellt werden:

SPS(Default): Low: 0...7,0 V / High: 12,5 V...U_B
TTL: Low: 0...0,5 V / High: 3,5 V...U_B

Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang konfigurieren:

Befehl	Funktion	Beschreibung
REFIN	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang

Die Endschalterfunktionen für den Fault-Pin werden nur angenommen, wenn REFIN aktiviert ist (Einstellung unbedingt mit SAVE bzw. EEPSAV speichern)!

Wichtig: Konfigurieren Sie zuerst den Fault-Pin als Eingang, bevor Sie Spannung von außen anlegen!

Referenzfahrten können auf zwei verschiedene Arten durchgeführt werden:

a.) Im "Homing Mode" nach DSP402:
Modes of Operation bzw. OPMOD muss auf 6 gesetzt sein. *Homing Method, Homing Offset, Homing Speed* und *Homing Acceleration* werden über das Objektverzeichnis eingestellt (Objekte 0x6098, 0x607C,.0x6099 und 0x609A). Die Referenzfahrt wird über das *Controlword* gestartet und über das *Statusword* kontrolliert (siehe Kapitel 6.3.4 **Homing Mode**). Die Funktion der Eingänge wird über das Objekt 0x2310 eingestellt (siehe Kapitel 6.2 **Herstellerspezifische Objekte**).

b.) Im FAULHABER Mode:
Modes of Operation bzw. OPMOD muss auf –1 gesetzt sein. Die Funktion der Eingänge und das Verhalten der Referenzfahrt wird über die nachfolgend beschriebenen FAULHABER Kommandos eingestellt. Eine zuvor konfigurierte Referenzfahrt wird dann über folgende FAULHABER Kommandos gestartet:

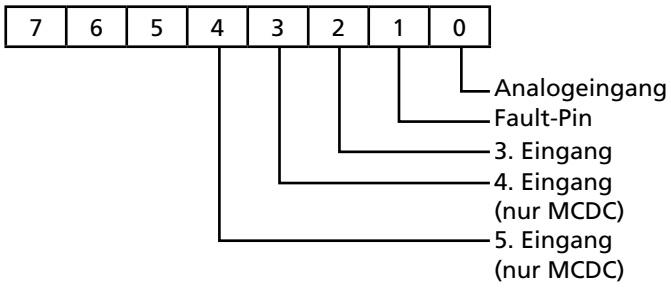
Befehl	Funktion	Beschreibung
GOHOSEQ	Go Homing Sequence	FAULHABER Referenzfahrtsequenz ausführen. Unabhängig vom aktuellen Modus wird eine Referenzfahrt durchgeführt (falls diese programmiert ist).
GOHIX	Go Hall Index	BL-Motor auf Hall-Nullpunkt (Hall-Index) fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen (nicht bei MCDC)
GOIX	Go Encoder Index	Auf den Encoder-Index am Fault-Pin fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen (DC-Motor oder ext. Encoder).

3 Funktionsbeschreibung

3.3 Referenzfahrten und Endschalter

Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter im FAULHABER Modus:

Die nachfolgenden Befehle verwenden folgende Bitmaske zur Konfiguration der Endschalterfunktionen:



Setzen oder Löschen Sie bei jedem Befehl das Bit an der Position des gewünschten Eingangs.

Polarität und Endschalterfunktion:

Befehl	Funktion	Beschreibung
HP	Hard Polarity	Gültige Flanke bzw. Polarität der jeweiligen Endschalter festlegen: 1: Steigende Flanke bzw. High Pegel gültig. 0: Fallende Flanke bzw. Low Pegel gültig.
HB	Hard Blocking	Hard-Blocking Funktion für entsprechenden Endschalter aktivieren.
HD	Hard Direction	Vorgabe der Drehrichtung, die bei HB des jeweiligen Endschalters gesperrt wird. 1: Rechtslauf gesperrt 0: Linkslauf gesperrt

Die Hard-Blocking Funktion bietet einen sicheren Schutz gegen das Überfahren der Bereichs-Endschalter. Befindet sich der Antrieb in einem HB-Endschalter, so wird die über HD eingestellte Drehrichtung gesperrt, d.h. der Antrieb kann sich nur mehr aus dem Endschalter herausbewegen. Die Drehzahl bleibt auf 0 rpm, wenn Solldrehzahlen in die falsche Richtung vorgegeben werden.

Beispiel:
Setzen der Hard Blocking-Funktion für Fault-Pin und 4. Eingang:
$2^1 + 2^3 = 2 + 8 = 10$ ➔ HB10

Definition des Referenzfahrtverhaltens:

Befehl	Funktion	Beschreibung
SHA	Set Home Arming for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Positionswert auf 0 setzen.
SHL	Set Hard Limit for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen.
SHN	Set Hard Notify for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Nachricht an Master senden (Statusword Bit 14=1).

Um eine Referenzfahrt über den Befehl GOHOSEQ ausführen zu können, muss eine Referenzfahrtsequenz für einen bestimmten Endschalter definiert sein!

Befindet sich der Antrieb beim Aufruf von GOHOSEQ bereits im Endschalter, so fährt er zuerst aus diesem heraus, und zwar in der entgegengesetzten Richtung, wie bei HOSP angegeben.

Beispiel:
Referenzfahrt mit 3. Eingang als Referenzeingang (steigende Flanke):

HP4
SHA4
SHL4
SHN4

Homing Speed:

Befehl	Funktion	Beschreibung
HOSP	Load Homing Speed	Drehzahl und Drehrichtung für Referenzfahrt (GOHOSEQ, GOHIX) laden. Einheit: rpm

Beispiel: HOSP-100

3 Funktionsbeschreibung

3.3 Referenzfahrten und Endschalter

Direkte Programmierung über HA-, HL und HN-Befehle:

Befehl	Funktion	Beschreibung
HA	Home Arming	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Positionswert auf 0 setzen und entsprechendes HA-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HL	Hard Limit	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen und entsprechendes HL-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HN	Hard Notify	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Nachricht an Master senden (Statusword Bit 14=1) und entsprechendes HN-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.

Über diese speziellen Befehle können Aktionen definiert werden, die bei einer Flanke an dem entsprechenden Eingang, unabhängig von einer Referenzfahrt, erfolgen sollen. Eine programmierte Endschalterfunktion bleibt solange bestehen, bis die vorgewählte Flanke eintritt. Über einen erneuten Befehl kann die Programmierung geändert werden, bevor eine Flanke eintritt.
Die Einstellungen werden nicht über den Befehl SAVE gespeichert, nach dem Einschalten sind also wieder alle Endschalter inaktiv.

Zu HL-/SHL-Befehl:

Positioniermodus: Bei Eintreten der Flanke positioniert der Motor mit maximaler Beschleunigung auf die Referenzmarke.

Drehzahlreglermodus: Der Motor wird beim Eintreten der Flanke mit dem eingestellten Beschleunigungswert abgebremst, das heißt er läuft über die Referenzmarke hinaus. Über einen anschließenden Positionierbefehl (Befehl M) kann die Referenzmarke genau angefahren werden.

Vorteil: keine abrupten Bewegungsänderungen.

3 Funktionsbeschreibung

3.4 Erweiterte Betriebsarten

Die erweiterten Betriebsarten sind nur im FAULHABER Modus verfügbar:

Modes of Operation bzw. OPMOD muss auf –1 gesetzt sein.

Verwenden SIe den Befehl CONTMOD, um von einer erweiterten Betriebsart in den Normalbetrieb zurückzuwechseln.

3.4.1 Schrittmotorbetrieb

Befehl	Funktion	Beschreibung
STEPMOD	Steppermotor Mode	Umschalten auf Schrittmotor-Modus

Im Schrittmotorbetrieb fungiert der Analogeingang als Frequenzeingang. Der Fehlerausgang muss als Drehrichtungseingang konfiguriert werden, falls die Drehrichtung über ein Digitalsignal verändert werden soll. Alternativ ist auch die Vorgabe der Drehrichtung über die Befehle ADL und ADR möglich.

Befehl	Funktion	Beschreibung
DIRIN	Direction Input	Fault-Pin als Drehrichtungseingang

Der Antrieb positioniert bei jedem Impuls am Analogeingang um einen programmierbaren Winkel weiter und simuliert somit die Funktion eines Schrittmotors.

Im Vergleich zu einem echten Schrittmotor kommen einige wesentliche Vorteile hinzu:

- Die Schrittzahl pro Umdrehung ist frei programmierbar und sehr hochauflösend (Encoderauflösung)
- Die Schrittweite für einen Schritt ist frei programmierbar
- Kein Rastmoment
- Es ist die volle Dynamik des Motors nutzbar
- Der Motor ist sehr leise
- Wegen des Istwertgebers gibt es keine Schrittverluste (auch nicht bei höchster Dynamik)
- Im ausgeregelten Zustand (Istposition erreicht) fließt kein Motorstrom
- Hoher Wirkungsgrad
- Die Ansteuerelektronik ist beim 3564K024B CC bereits integriert

Eingang:
Maximale Eingangsfrequenz: 400 kHz
Pegel: Je nach Konfiguration 5 V-TTL oder 24 V-SPS-kompatibel.

Der Schrittmotorbetrieb ermöglicht eine positionstreue Drehzahlregelung, wobei über die Schrittweite und die Schrittzahl beliebige rationale Verhältnisse von der Eingangsfrequenz zur Motordrehzahl gemäß folgender Formel eingestellt werden können.

$$\text{Umdrehungen} = \text{Impulse} \cdot \frac{STW}{STN}$$

Umdrehungen ...Umdrehungen, die am Antrieb erzeugt werden

Impulse ...Anzahl Impulse am Frequenzeingang (= Anzahl der Schritte)

STW ...Step width (Schrittweitenfaktor = Anzahl Schritte pro Impuls am Frequenzeingang)

STN ...Step number (Schrittanzahl = Anzahl der Schritte pro Umdrehung)

Wertebereich von STN und STW: 0 bis 65535

Befehl	Funktion	Beschreibung
STW	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus
STN	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro Umdrehung laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus

Beispiel:
Pro Eingangsimpuls soll sich der Motor um 1/1000 Umdrehung bewegen:
STW1
STN1000

Die Drehrichtung kann mit den Befehlen ADL und ADR vordefiniert werden, oder über ein externes Signal am Fault-Pin (Befehl DIRIN).

Im Schrittmotorbetrieb werden auch die Beschleunigungs- und Drehzahlwerte (AC, DEC, SP) berücksichtigt, über die ein sanftes Anlaufen und Abbremsen erzielt werden kann. Mit dem Befehl APL1 können auch die über LL eingestellten Positionsbereichsgrenzen aktiviert werden.

3 Funktionsbeschreibung

3.4 Erweiterte Betriebsarten

3.4.2 Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)

Mit dem Gearing-Mode ist es möglich, einen externen Impulsgeber als Sollwertquelle für die Position zu verwenden.

Befehl	Funktion	Beschreibung
GEARMOD	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus

Die beiden Kanäle eines externen Impulsgebers werden mit den Anschlüssen AnIn und AGND verbunden, die ggf. über jeweils einen 2,7 kΩ-Pull-up-Widerstand gegen die 5 V-Encoderversorgung geschaltet werden müssen.

Das Übersetzungsverhältnis kann nach folgender Formel eingestellt werden:

$$\text{Umdrehungen} = \text{Impulse} \cdot \frac{STW}{STN}$$

Umdrehungen ...Umdrehungen, die am Antrieb erzeugt werden

Impulse ...tatsächlich gezählte Impulse, die eine Vierflankenauswertung ergibt

STW ...Step width (Schrittweitenfaktor = Anzahl Schritte pro Encoder-Impuls)

STN ...Step number (Schrittanzahl = Anzahl der Schritte pro Umdrehung)

Wertebereich von STN und STW: 0 bis 65535

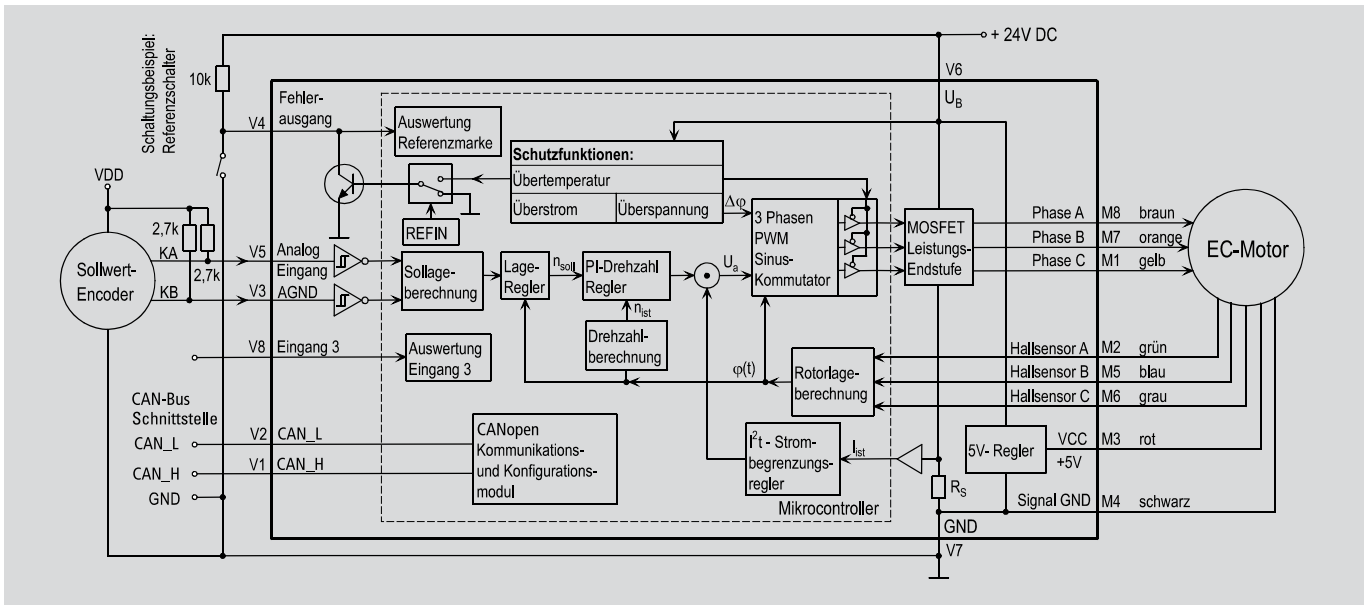
Befehl	Funktion	Beschreibung
STW	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus
STN	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro Umdrehung laden für Schritt-motor- und Gearing-Modus

Beispiel:
Motor soll eine Umdrehung bei 1000 Impulsen des externen Encoders ausführen:
STW1
STN1000

Die Drehrichtung kann mit den Befehlen ADL und ADR vordefiniert werden, oder über ein externes Signal am Fault-Pin (Befehl DIRIN).

Im Gearingmodus werden auch die Beschleunigungs- und Drehzahlwerte (AC, DEC, SP) berücksichtigt, über die ein sanftes Anlaufen und Abbremsen erzielt werden kann. Mit dem Befehl APL1 können auch die über LL eingestellten Positionsbereichsgrenzen aktiviert werden.

Schaltungsbeispiel Gearing Mode für MCBL 3003/06 C



3 Funktionsbeschreibung

3.4 Erweiterte Betriebsarten

3.4.3 Analoger Positionier-Modus

Im analogen Positionier-Modus kann der Positions-Sollwert über ein Potentiometer oder eine externe Analogspannung vorgegeben werden.

Befehl	Funktion	Beschreibung
APCMOD	Analog Position Control Mode	Umschalten auf Positionsregelung über Analogspannung

Über den Befehl LL kann die Maximalposition vorgewählt werden, die bei einer Spannung von 10 V angefahren werden soll. Bei –10 V positioniert der Antrieb in die entgegengesetzte Richtung.

Befehl	Funktion	Beschreibung
LL	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (aus diesen Limits wird im Positioniermodus nicht hinausgefahren, positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere). APCMOD: Positionswert bei 10 V

Unabhängig vom vorgegebenen LL-Wert wird die Maximalposition im APCMOD auf 3000000 begrenzt.
Bemerkung: Die Auflösung des Analogeingangs ist auf 12 Bit (4096 Schritte) beschränkt.

Die Drehrichtung kann mit den Befehlen ADL und ADR vordefiniert werden. Im APCMOD werden auch die Beschleunigungs- und Drehzahlwerte (AC, DEC, SP) berücksichtigt, über die ein sanftes Anlaufen und Abbremsen erzielt werden kann.

Positionierung über Pulsweitensignal (PWM) am Analogeingang (SOR2):

Wird im APCMOD auf SOR2 gestellt, so kann das Tastverhältnis eines PWM-Signals als Positions-Sollwert verwendet werden.

Im Auslieferungszustand bedeuten:

- Tastverhältnis >50% ➔ positive Solllage
- Tastverhältnis =50% ➔ Solllage = 0
- Tastverhältnis <50% ➔ negative Solllage

Absolutpositionierungen innerhalb einer Umdrehung:

Wegen der linearen Hallsensoren, ist die absolute Position bei BL-Motoren innerhalb einer Umdrehung erfassbar. Das heißt, auch wenn die Stromversorgung getrennt wird, liefert die Lagebestimmung nach dem Wiedereinschalten den korrekten Positionswert (falls der Rotor nur innerhalb einer Umdrehung verdreht wurde).

Mit den folgenden Befehlen kann erreicht werden, dass der Antrieb im Spannungsbereich 0 V bis 10 V genau innerhalb einer Umdrehung positioniert und auch nach dem Abschalten der Versorgung ohne Referenzfahrt wieder auf die korrekte Position fährt (nicht MCDC):
APCMOD ...auf Analog-Positionierung umschalten
LL3000 ...Maximale Lage auf 1 Umdrehung festlegen

3.4.4 Externer Impulsgeber als Istwertgeber (nicht MCDC)

Für hochgenaue Anwendungen können die Istwerte der BL-Motoren von einem externen Impulsgeber abgeleitet werden.

- Die Auflösung der Positionswerte ist in diesem Fall von der Auflösung des Impulsgebers abhängig.
- Je nach Anwendung kann die Drehzahl vom Impulsgeber oder von den Hallsensoren abgeleitet werden.
- Der externe Impulsgeber kann direkt an der Motorwelle befestigt sein, besonders interessant ist aber ein Impulsgeber der am Abtrieb der Anwendung (z.B. Glasmaßstab) befestigt ist. Dadurch kann die hohe Genauigkeit direkt am Abtrieb eingestellt werden.
- Die Kommutierung geschieht weiterhin über die analogen Hallsensoren.

Befehl	Funktion	Beschreibung
ENCMOD	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus (nicht bei MCDC). Ein externer Impulsgeber dient als Lagegeber (der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt)
HALLSPEED	Hallsensor as Speedsensor	Drehzahl über Hallsensoren im Encoder-Modus (nicht bei MCDC)
ENCSPEED	Encoder as Speedsensor	Drehzahl über Encodersignale im Encoder-Modus (nicht bei MCDC)

Die beiden Kanäle des externen Impulsgebers werden mit den Anschlüssen AnIn und AGND verbunden, die über jeweils einen 2,7 kΩ-Pull-up-Widerstand gegen die 5 V-Encoderversorgung gezogen werden müssen.

Die maximale Grenzposition (Wert der mit dem LL-Befehl vorgegeben wird) umfasst den Wertebereich von 0 bis 1800000000 für die positive bzw. von 0 bis –1800000000 für die negative Grenzposition.

Eingang:
Maximale Eingangsfrequenz: 400 kHz
Pegel: low 0...0,5 V / high 3,5 V… U_B

Encoderauflösung einstellen:

Befehl	Funktion	Beschreibung
ENCRES	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden. Wertebereich: 0 bis 65535 (4-fach Imp/Umdr)

Beispiel:
Externer Encoder mit 512 Impulsen: ENCRES2048

Wegen der Vierflankenauswertung muss bei ENCRES immer die vierfache Impulszahl angegeben werden.

3 Funktionsbeschreibung

3.4 Erweiterte Betriebsarten

3.4.5 Spannungssteller-Modus

Falls der Antrieb als reiner Spannungssteller arbeiten soll, kann dies mit VOLTMOD konfiguriert werden. Die Motorspannung wird dann proportional zum Vorgabewert ausgegeben. Die Strombegrenzung bleibt weiterhin aktiv. Mit diesem Modus ist es möglich einen übergeordneten Regler zu verwenden. Der Controller dient dann nur als Leistungsverstärker.

Befehl	Funktion	Beschreibung
VOLTMOD	Set Voltage Mode	Spannungssteller-Modus aktivieren
U	Set Output Voltage	Motorspannung ausgeben. Wert: –32767...32767 (entspricht -Uv...+Uv)

Es gibt drei Betriebsarten um den Sollwert für die Ausgangsspannung vorzugeben: CAN-Schnittstelle, Spannung am Analogeingang und PWM-Signal am Analogeingang.

Bei Verwendung der CAN-Schnittstelle zur Drehzahlvorgabe muss SOR0 gesetzt sein.
Der Befehl U setzt die Ausgangsspannung proportional zur Betriebsspannung. Bei einem Wert von 32767 liegt die volle Betriebsspannung am Motor an. Bei einem Wert von 0 liegt 0 V am Motor an. Bei einem Wert von –32767 liegt die volle invertierte Spannung am Motor an.

Bei Verwendung einer Spannung am Analogeingang zur Drehzahlvorgabe muss SOR1 gesetzt sein.
Die analoge Eingangsspannung setzt die Ausgangsspannung skaliert zur Betriebsspannung. Bei einer Spannung von 10 V liegt die volle Betriebsspannung am Motor an. Bei einer Spannung von 0 V liegt 0 V am Motor an. Bei einer Spannung von –10 V liegt die volle invertierte Spannung am Motor an.

Bei Verwendung eines PWM-Signals zur Drehzahlvorgabe muss SOR2 gesetzt sein.
Bei einem Tastverhältnis von 100 % liegt die volle Betriebsspannung am Motor an. Bei einem Tastverhältnis von 50 % liegt 0 V am Motor an. Bei einem Tastverhältnis von 0 % liegt die volle invertierte Betriebsspannung am Motor an.

3.4.6 Analoge Sollstromvorgabe

Mit dem Befehl SOR3 kann auf analoge Sollstromvorgabe geschaltet werden. Der Begrenzungsstrom ist dann proportional zur Spannung am Analogeingang und die interne I²t-Strombegrenzung ist deaktiviert. Der eingestellte Strom wird mit dem Maximalstrom LPC gewichtet. Bei 10 V am Analogeingang wird dementsprechend auf den mit LPC eingestellten Maximalstrom begrenzt. Auch bei negativen Spannungen am Analogeingang wird der Strom auf den Betrag der angelegten Spannung begrenzt. Negative Sollstromvorgaben haben daher keine Auswirkung auf die Drehrichtung!

3.4.7 IxR-Regelung bei DC-Controllern

Für drehzahlgeregelte Anwendungen mit DC-Motoren ohne Encoder steht beim MCDC die IxR-Regelung zur Verfügung. In diesem Modus wird die Motordrehzahl über ein internes Motormodell ermittelt. Dadurch kann man sich den Impulsgeber und die entsprechenden Verdrahtungen sparen. Allerdings sind Regelgüte und Genauigkeit deutlich eingeschränkt. Dieser Modus ist hauptsächlich für höhere Drehzahlen und größere Motoren aus der FAULHABER Palette geeignet.

Befehl	Funktion	Beschreibung
IXRMOD	Set IxR Mode	IxR-Regelung aktivieren (nur MCDC)
RM	Load Motor Resistance	Motorwiderstand R_M laden gemäß Angabe im Datenblatt. Einheit: mOhm
KN	Load Speed Constant	Drehzahlkonstante k_n laden gemäß Angaben im Datenblatt. Einheit: rpm/V

3 Funktionsbeschreibung

3.5 Sonderfunktionen des Fehleranschlusses

Der Fehleranschluss (Fault-Pin) kann für unterschiedliche Aufgaben als Ein- oder Ausgang konfiguriert werden:

Befehl	Funktion	Beschreibung
ERROUT	Error Output	Fault-Pin als Fehlerausgang
ENCOUT	Encoder Output	Fault-Pin als Impulsausgang (nicht MCDC)
DIGOUT	Digital Output	Fault-Pin als Digitalausgang. Der Ausgang wird auf low Pegel gesetzt
DIRIN	Direction Input	Fault-Pin als Drehrichtungseingang
REFIN	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang

Die Funktionen REFIN und DIRIN wurden bereits in den entsprechenden Kapiteln erläutert.

Fault-Pin als Fehlerausgang:

Im Modus ERROUT wird der Ausgang gesetzt, sobald einer der folgenden Fehler auftritt:

– Einer der eingestellten Strombegrenzungswerte (LPC, LCC) überschritten

– Eingestellte maximal zulässige Drehzahlabweichung (DEV) überschritten

– Überspannung detektiert

– Maximale Spulen- bzw. MOSFET-Temperatur überschritten

Über das Objekt 0x2320 (FAULHABER Fehlerregister) können die Fehler, die zum Setzen des Ausgangs führen, maskiert werden.

Um kurzeitiges Auftreten von Fehlern zum Beispiel während der Beschleunigungsphase auszublenden kann eine Fehlerverzögerung eingestellt werden, die angibt, wie lange ein Fehler anstehen muss, bis er am Fehlerausgang angezeigt wird:

Befehl	Funktion	Beschreibung
DCE	Delayed Current Error	Verzögerter Fehlerausgang bei ERROUT in 1/100 Sek.

Beispiel:
Fehler erst nach 2 Sekunden anzeigen: DCE200

Falls einer der obigen Fehler auftritt, wird ein entsprechendes Emergency Object auf das CAN-Netzwerk gesendet, sofern die Emergency mask in Objekt 0x2320 für den entsprechenden Fehler auf 1 gesetzt ist. Siehe auch Kapitel 6.2 **Herstellerspezifische Objekte** unter FAULHABER Fehlerregister.

Fault-Pin als Impulsausgang (nicht bei MCDC):

Im Modus ENCOUT wird der Fehleranschluss als Impulsausgang verwendet, der eine einstellbare Anzahl Impulse pro Umdrehung ausgibt. Die Impulse werden aus den Hallsensorsignalen der BL-Motoren abgeleitet und sind auf 4000 Impulse pro Sekunde begrenzt.

Befehl	Funktion	Beschreibung
LPN	Load Pulse Number	Impulszahl vorgeben bei ENCOUT. Wertebereich: 1 bis 255

Beispiel:
16 Impulse pro Umdrehung am Fault-Pin ausgeben: LPN16
Bei 5000 rpm werden 5000/60 · 16 = 1333 Impulse pro Sekunde ausgegeben.

Bei Drehzahlen, die bei eingestelltem LPN-Wert mehr als die maximal mögliche Impulszahl erzeugen würden, wird die maximale Anzahl ausgegeben. Die eingestellten Impulse werden genau erreicht, müssen aber zeitlich nicht unbedingt exakt übereinstimmen (Verzögerungen möglich). Eine Positionsbestimmung über Impulszählung ist daher möglich, solange kein Drehrichtungswechsel auftritt und die maximal mögliche Impulszahl nicht überschritten wird.

Fault-Pin als Digitalausgang:

Im Modus DIGOUT kann der Fehleranschluss als universeller Digitalausgang verwendet werden. Über folgende Befehle kann der Digitalausgang gesetzt oder gelöscht werden:

Befehl	Funktion	Beschreibung
CO	Clear Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf low Pegel setzen
SO	Set Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf high Pegel setzen
TO	Toggle Output	Digitalen Ausgang DIGOUT umschalten

3 Funktionsbeschreibung

3.6 Technische Informationen

3.6.1 Sinuskommutierung

Der 3564K024B CC und der MCBL 3003/06 C zeichnen sich durch eine so genannte Sinuskommutierung aus. Dies bedeutet, dass das vorgegebene Drehfeld immer ideal zum Rotor steht. Dadurch gelingt es, Momentenschwankungen auf ein Minimum zu reduzieren, auch dann, wenn die Drehzahlen sehr klein sind. Außerdem läuft der Motor dadurch besonders leise.

In der aktuellen Version wurde die Sinuskommutierung noch durch eine so genannte Flat-Top-Modulation erweitert, die 15 % mehr Aussteuerung ermöglicht. Dadurch sind höhere Leerlaufdrehzahlen möglich. Über den Befehl SIN0 lässt sich das System sogar so einstellen, dass über 30 % mehr Aussteuerung möglich wird. In diesem Modus geht die Sinuskommutierung im oberen Drehzahlbereich in eine Blockkommutierung über. Durch diese Vollaussteuerung kann der komplette Drehzahlbereich des Motors ausgenutzt werden.

Befehl	Funktion	Beschreibung
SIN	Sinus Commutation	1: Nur sinusförmige Kommutierung 0: Blockkommutierung im oberen Drehzahlbereich (Vollaussteuerung möglich)

3.6.2 Stromregler und I²t-Strombegrenzung

Die FAULHABER Motion Controller sind mit einem integralen Stromregler ausgerüstet, der es erlaubt, eine Momentenbegrenzung zu realisieren.

Es können folgende Parameter eingestellt werden:

Befehl	Funktion	Beschreibung
LPC	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden Wertebereich: 0 bis 12000 mA
LCC	Load Continuous Current Limit	Dauerstrom laden Wertebereich: 0 bis 12000 mA
CI	Load Current Integral Term	Integralanteil für Stromregler laden Wertebereich: 1...255

1.) Spitzenstrom

FAULHABER Befehl:
LPC8000 ➔ Spitzenstrom auf 8000 mA einstellen

Auf den Spitzenstrom wird begrenzt, solange das thermische Strommodell eine unkritische Temperatur errechnet.

2.) Dauerstrom

FAULHABER Befehl:
LCC2800 ➔ Dauerstrom auf 2800 mA einstellen

Erreicht das thermische Strommodell eine kritische Temperatur, so wird auf den Dauerstrom umgeschaltet.

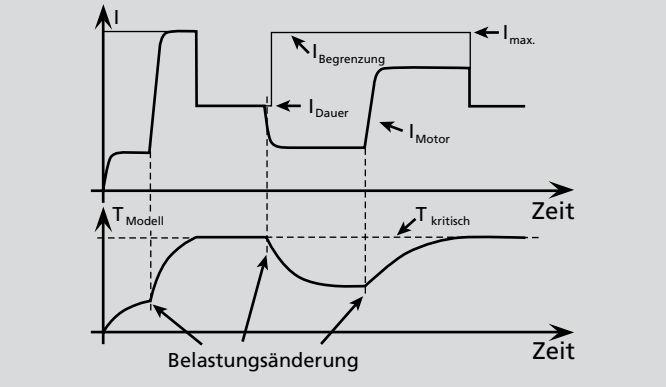
Arbeitsweise des Stromreglers:

Beim Start des Motors wird dem Stromregler der Spitzenstrom als Sollwert vorgegeben. Mit zunehmender Belastung wird der Strom im Motor immer höher, bis er schließlich den Spitzenstrom erreicht. Ab dann tritt der Stromregler in Kraft und begrenzt auf diesen Stromsollwert.

Parallel dazu läuft ein thermisches Strommodell, das aus dem aktuell fließenden Strom eine Modelltemperatur berechnet. Übersteigt diese Modelltemperatur einen kritischen Wert, so wird auf den Dauerstrom umgeschaltet und der Motorstrom auf diesen geregelt. Erst wenn die Belastung so gering wird, dass die kritische Modelltemperatur unterschritten wird, wird wieder der Spitzenstrom zugelassen.

Das Ziel dieser sogenannten I²t-Strombegrenzung ist, den Motor bei geeigneter Wahl des Dauerstroms nicht über die thermisch zulässige Temperatur zu erhitzen. Andererseits sollte kurzzeitig eine hohe Belastung möglich sein, um sehr dynamische Bewegungen realisieren zu können.

Funktion der I²t-Strombegrenzung:



3.6.3 Übertemperatursicherung

Überschreitet die MOSFET-Temperatur der externen Controller oder die Spulentemperatur des 3564K024B CC einen vorgegebenen Grenzwert, so wird der Motor abgeschaltet. Um den Motor wieder zu aktivieren, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Temperatur unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes
- Solldrehzahl auf 0 rpm eingestellt
- Tatsächliche Motordrehzahl kleiner 50 rpm

Bemerkung zur Bestimmung der Spulentemperatur:
Es wird die Gehäusetemperatur gemessen und über die Strommessung auf die Verlustleistung geschlossen. Über ein thermisches Modell wird aus diesen Größen die MOSFET- bzw. Spulentemperatur berechnet. In den meisten Anwendungsfällen stellt diese Methode einen thermischen Motorschutz dar.

3 Funktionsbeschreibung

3.6 Technische Informationen

3.6.4 Unterspannungsüberwachung

Unterschreitet die Versorgungsspannung die untere Spannungsschwelle, so wird die Endstufe abgeschaltet. Der Motion Controller bleibt weiter aktiv. Liegt die Spannung wieder im zulässigen Bereich, so wird die Endstufe sofort wieder eingeschaltet.

3.6.5 Überspannungsregelung

Wird der Motor generatorisch angetrieben, so erzeugt er Energie. Üblicherweise sind Netzgeräte nicht in der Lage, diese Energie in das Netz zurückzuspeisen. Aus diesem Grund steigt die Versorgungsspannung am Motor und je nach Drehzahl kann es zur Überschreitung der zulässigen Höchstspannung kommen.

Um eine Zerstörung von Bauteilen zu vermeiden, enthält der 3564K024B CC und der MCBL 3003/06 C einen Regler, der beim Überschreiten einer Grenzspannung (32 V) den Polradwinkel verstellt. Der MCDC 3003/06 C enthält eine Ballastschaltung, die beim Überschreiten einer Grenzspannung (32 V) aktiviert wird. Dadurch wird die erzeugte Energie im Motor umgesetzt und die Spannung der Elektronik bleibt auf 32 V begrenzt. Diese Methode schützt den Antrieb bei generatorischem Betrieb und schnellem Bremsen.

3.6.6 Einstellung der Reglerparameter

Die Reglerparameter sind bereits für gängige Anwendungen voreingestellt. Um den Regler aber optimal auf die jeweilige Anwendung anzupassen, sind die Reglerparameter zu optimieren. Es existieren verschiedene theoretische und praktische Einstellregeln die hier aber nicht weiter beschrieben werden sollen. Eine einfache praktische Methode zum Einstellen des Reglers ist nachfolgend erläutert.

Der digitale Regler arbeitet mit einer Abtastrate von 100 µs. Die Abtastrate kann bei Bedarf über den Befehl SR auf bis zu 2 ms erhöht werden.

Folgende Regler-Parameter stehen zur Verfügung:

Befehl	Funktion	Beschreibung
POR	Load Velocity Proportional Term	Drehzahlreglerverstärkung laden. Wertebereich: 1 – 255. Entspricht Objekt 0x60F9
I	Load Velocity Integral Term	Drehzahlreglerintegralanteil laden Wertebereich: 1 – 255. Entspricht Objekt 0x60F9
PP	Load Position Proportional Term	Lagereglerverstärkung laden. Wertebereich: 1 – 255. Entspricht Objekt 0x60FB
PD	Load Position D-Term	Lageregler D-Anteil laden. Wertebereich: 1 – 255. Entspricht Objekt 0x60FB
SR	Load Sampling Rate	Einstellung der Reglerabtastrate. Wertebereich: 1...20 ms/10

Mögliche Vorgehensweise:

a.) Parameter des Drehzahlreglers einstellen:

1.) Zuerst sollte abhängig von der vorhandenen Encoderauflösung die Abtastrate des Drehzahlreglers eingestellt werden. Bei geringen Encoderauflösungen z. B. 64 Impulse pro Umdrehung wird eine niedrigere Drehzahlreglerabtastrate z. B. 1,8 ms = SR18 empfohlen. Bei höheren Auflösungen wie z. B. bei allen BL-Motoren gegeben (3000 Impulse pro Umdrehung) – kann die höchste Reglerabtastrate mit SR1 eingestellt werden.

Ausgangskonfiguration setzen:

- Reglerverstärkung = 8; POR8
- Integralanteil = 20; I20
- Drehzahl auf 1/3 der maximalen Anwendungsdrehzahl (Beispiel V1000)
- Beschleunigung auf höchsten Wert der Anwendung einstellen (Beispiel AC10000)

2.) Reglerverstärkung erhöhen (Schrittweite 5, später geringer); POR 13

3.) Drehzahlsprung von 1/3 der Maximaldrehzahl auf 2/3 vorgeben (Beispiel V2000)

4.) Drehzahlsprung von 2/3 auf 1/3 und Verhalten beobachten (Beispiel V1000)

5.) Schritt 2 bis 4 wiederholen, bis der Regler instabil wird. Danach Reglerverstärkung verringern, bis sichere Stabilität gegeben ist.

6.) Mit Integralanteil entsprechend den Schritten 2 bis 5 verfahren.

b.) Parameter des Lagereglers einstellen:

1.) Ausgangskonfiguration setzen

- Standardwert für P-Anteil: 8; PP8
- Standardwert für D-Anteil: 15; PD15

2.) Nun müssen der Anwendung entsprechende Bewegungsprofile gefahren werden.
Sollte das System mit diesen Einstellungen nicht stabil funktionieren, kann Stabilität durch verringern des I-Anteils des Drehzahlreglers oder verringern des P-Anteils des Lagereglers erreicht werden.

3.) Der P-Anteil des Lagereglers kann nun zur Optimierung des Bewegungsprofils erhöht werden, bis das System instabil wird.

4.) Danach kann die Stabilität durch folgende Maßnahmen wieder hergestellt werden:

- Erhöhen des D-Anteil des Lagereglers (Beispiel: PD20)
- Verringern des I-Anteils des Drehzahlreglers

4 CANopen

4.1 Einführung

- CANopen ist ein standardisiertes Softwareprotokoll, das auf der CAN-Hardware aufsetzt (Controller Area Network).
- Die internationale CAN-Organisation CAN in Automation e.V. (CiA) definiert in DS301 das Kommunikationsprofil (Beschreibung der Kommunikationsstruktur und der Methoden für Parameterzugriff, Steuer- und Überwachungsfunktionen).
- Für die unterschiedlichen Geräte sind Geräteprofile spezifiziert, wie DSP402 für Antriebe und DS401 für E/A-Geräte (Allgemeine Gerätebeschreibung aus Sicht des Anwenders).
- Öffentliche Daten werden über das Objektverzeichnis verwaltet (Parametertabelle, Zugriff auf Einträge über Index und Sub-Index).
- Es gibt zwei Daten-Kommunikationsobjekte:
  – PDOs (Prozessdatenobjekte für Steuerung und Überwachung)
  – SDOs (Servicedatenobjekte für Zugriff auf das Objektverzeichnis)
- Weitere Objekte für Netzwerkmanagement, Knotenüberwachung und Synchronisation stehen zur Verfügung.
- CANopen unterstützt bis zu 127 Knoten pro Netzsegment mit Übertragungsraten bis zu 1 MBit/s.
- Die Kommunikation ist nachrichtenbezogen, jedes Kommunikationsobjekt erhält einen eigenen 11-Bit-Identifier.

Die FAULHABER Motion Controller unterstützen das CANopen-Kommunikationsprofil gemäß CiA DS301 V4, dabei werden folgende Kommunikationsobjekte unterstützt:

– 3 Sende PDOs
– 3 Empfangs PDOs
– 1 Server SDO
– 1 Emergency Object
– NMT mit Node Guarding (kein Heartbeat)
– Kein SYNC-, kein Time-Stamp-Object

Die Identifier-Konfiguration der CANopen-Objekte ist entsprechend dem “Predefined Connection Set” festgelegt (siehe Kapitel 4.5 **NMT Netzwerkmanagement**). Die Datenbelegung der PDOs ist fest vorgegeben (statisches PDO Mapping).

Viele Hersteller bieten CANopen-Libraries für PC- und SPS-Systeme an, über die die einzelnen Objekte komfortabel ansprechbar sind, ohne sich mit dem internen Aufbau beschäftigen zu müssen.
Der FAULHABER Motion Manager 3 ermöglicht über eine grafische Benutzeroberfläche ebenfalls einen einfachen Zugang zu den einzelnen Objekten.

4 CANopen

4.2 PDOs (Prozessdatenobjekte)

PDOs entsprechen einem CAN-Telegramm mit bis zu 8 Byte und dienen zur Übertragung von Prozessdaten, d. h. Steuerung und Überwachung des Geräteverhaltens. Die PDOs werden aus Sicht des Feldgerätes bezeichnet. Empfangs-PDOs (RxPDOs) werden vom Feldgerät empfangen und enthalten z.B. Steuerdaten, Sende-PDOs (TxPDOs) werden vom Feldgerät gesendet und enthalten z.B. Überwachungsdaten.

PDOs können nur übertragen werden, wenn das Gerät sich im Zustand "Operational" befindet (siehe Kapitel 4.5 **NMT (Netzwerkmanagement)**).

PDO Kommunikationsarten:

– Ereignisgesteuert: Daten werden automatisch nach Änderung vom Gerät gesendet.
– Remote Request (RTR): Daten werden nach einem Anforderungstelegramm gesendet.
– Synchronisiert (nicht unterstützt): Daten werden nach Eintreffen eines SYNC-Objekts gesendet.

Die FAULHABER Motion Controller stellen folgende PDOs zur Verfügung:

– Empfangs PDO1: controlword nach DSP402
– Sende PDO1: statusword nach DSP402
– Empfangs PDO2: FAULHABER Kommando
– Sende PDO2: FAULHABER Abfragedaten (RTR)
– Empfangs PDO3: FAULHABER Trace-Konfiguration
– Sende PDO3: FAULHABER Trace-Daten (RTR)

RxPDO1: Controlword

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x200 (512D) + Node-ID	LB	HB

Enthält das 16-Bit Controlword nach CiA DSP402, das die state machine der Antriebseinheit steuert. Die PDO verweist auf den Objekt-Index 0x6040 im Objektverzeichnis. Die Bitaufteilung ist im Kapitel 6.3.1 **Device Control** beschrieben.

TxPDO1: Statusword

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x180 (384D) + Node-ID	LB	HB

Enthält das 16-Bit Statusword nach CiA DSP402, das den Zustand der Antriebseinheit anzeigt. Die PDO verweist auf den Objekt-Index 0x6041 im Objektverzeichnis. Die Bitaufteilung ist im Kapitel 6.3.1 **Device Control** beschrieben.

4 CANopen

4.2 PDOs (Prozessdatenobjekte)

RxPDO2: FAULHABER Kommando

11-Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten				
0x300 (768D) + Node-ID	Kommando	LLB	LHB	HLB	HHB

Stellt den FAULHABER Kanal zur Übertragung von herstellerspezifischen Kommandos zur Verfügung. Sämtliche Parameter und Steuerkommandos der Antriebseinheit können mit Hilfe dieser PDO übertragen werden. Übertragen werden immer 5 Byte, wobei das erste Byte das Kommando angibt und die folgenden 4 Byte das Argument als Long Integer Wert. Eine Beschreibung der Kommandos finden Sie im Kapitel 6.4 **FAULHABER Kommandos**.

TxPDO2: FAULHABER Daten

11-Bit Identifier	6 Byte Nutzdaten					
0x280 (640D) + Node-ID	Kommando	LLB	LHB	HLB	HHB	Error

FAULHABER Kanal für Abfragebefehle. Ein Request (RTR) auf dieser PDO liefert die mit dem zuvor gesendeten Kommando angeforderten Daten. Übertragen werden immer 6 Byte, wobei das erste Byte das Kommando angibt und die folgenden 4 Byte den gewünschten Wert als Long Integer gefolgt von einem Fehlercode. Über das Error-Byte kann auch überprüft werden, ob ein Sendekommando erfolgreich ausgeführt wurde (1 = Befehl erfolgreich ausgeführt, weitere Fehlercodes siehe Kapitel 6.4 **FAULHABER Kommandos**).

RxPDO3: Trace-Konfiguration

11-Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten				
0x400 (1024D) + Node-ID	Mode1	Mode2	TC	Packets	Period

Diese PDO dient zur Einstellung des Tracemodus, über den interne Parameter schnell ausgelesen werden können.
Die Datenbelegung sieht folgendermaßen aus:

Byte 0: Modus für Parameter 1
Byte 1: Modus für Parameter 2
Byte 2: Übertragung mit Timecode [1/0]
Byte 3: Anzahl zu übertragende Pakete pro Request (Default: 1)
Byte 4: Zeitabstand zwischen den Paketen (Default: 1 ms)

Die möglichen Betriebsarten für Parameter 1 und 2 sind im Kapitel 5.2 **Trace** beschrieben.

TxPDO3: Trace-Daten

11-Bit Identifier	3 bis 8 Byte Nutzdaten							
0x380 (896D) + Node-ID	Data0	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5	Data6	Data7

Ein Request (RTR) auf diese PDO liefert die Tracedaten entsprechend der über RxPDO3 vorgenommenen Einstellung (siehe Kapitel 5.2 **Trace**).

4 CANopen

4.3 SDO (Servicedatenobjekt)

Mit Hilfe des Servicedatenobjekts können Parameter im Objektverzeichnis (OV) gelesen und beschrieben werden. Der Zugriff erfolgt über den 16-Bit-Index und den 8-Bit-Subindex. Der Motion Controller fungiert dabei als Server, d. h. er stellt auf Anforderung des Clients (PC, SPS) Daten zur Verfügung (Upload) bzw. empfängt Daten vom Client (Download).

Byte0	Byte1-2	Byte3	Byte4
Command Specifier	16-Bit-Index	8-Bit Subindex	1–4 Byte Parameter Data

➔ Eintrag im Objektverzeichnis

Es werden 2 SDO-Übertragungsarten unterschieden:
– Expedited Transfer: Übertragung von maximal 4 Byte
– Segmented Transfer: Übertragung von mehr als 4 Byte

Da bei den FAULHABER Motion Controllern außer für die Abfrage der Version und des Gerätenamens nur maximal 4 Datenbytes übertragen werden, wird im folgenden nur der Expedited Transfer beschrieben.

Die Telegramme sind immer 8 Byte groß und folgendermaßen aufgebaut:

Lesen von OV-Einträgen: Client ➔ Server, Upload Request

11-bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x600 (1536D) + Node-ID	0x40	Index LB	Index HB	Subindex	0	0	0	0

Server ➔ Client, Upload Response

11-bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x580 (1408D) + Node-ID	0x4x	Index LB	Index HB	Subindex	LLB (D0)	LHB (D1)	HLB (D2)	HHB (D3)

Byte0 (0x4x) gibt die Anzahl der gültigen Datenbytes in D0-D3 und den Transfertyp an und ist beim Expedited Transfer (≤ 4 Datenbytes) wie folgt codiert:

– 1 Datenbyte in D0: Byte0 = 0x4F – 2 Datenbytes in D0-D1: Byte0 = 0x4B
– 3 Datenbytes in D0-D2: Byte0 = 0x47 – 4 Datenbytes in D0-D3: Byte0 = 0x43

Schreiben von OV-Einträgen: Client -> Server, Download Request

11-bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x600 (1536D) + Node-ID	0x2x	Index LB	Index HB	Subindex	LLB (D0)	LHB (D1)	HLB (D2)	HHB (D3)

Byte0 (0x2x) gibt die Anzahl der gültigen Datenbytes in D0-D3 und den Transfertyp an und ist beim Expedited Transfer (≤ 4 Datenbytes) wie folgt codiert:

– 1 Datenbyte in D0: Byte0 = 0x2F – 2 Datenbytes in D0-D1: Byte0 = 0x2B
– 3 Datenbytes in D0-D2: Byte0 = 0x27 – 4 Datenbytes in D0-D3: Byte0 = 0x23

Falls keine Angabe der Anzahl Datenbytes erforderlich ist: Byte0 = 0x22

Server ➔ Client, Download Response

11-bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x580 (1408D) + Node-ID	0x60	Index LB	Index HB	Subindex	0	0	0	0

Abbruch des SDO-Protokolls im Fehlerfall:
Client ➔ Server

11-bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x600 (1536D) + Node-ID	0x80	Index LB	Index HB	Subindex	Error0	Error1	Error2	Error3

Server ➔ Client

11-bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x580 (1408D) + Node-ID	0x80	Index LB	Index HB	Subindex	Error0	Error1	Error2	Error3

Error3: Fehlerklasse
Error2: Fehlercode
Error1: Zusätzlicher Fehlercode HB
Error0: Zusätzlicher Fehlercode LB

4 CANopen

4.3 SDO (Servicedatenobjekt)

Fehlerklasse	Fehlercode	Zusatzcode	Beschreibung
0x05	0x03	0x0000	Toggle Bit nicht geändert
0x05	0x04	0x0001	SDO Command Specifier ungültig oder unbekannt
0x06	0x01	0x0000	Zugriff auf dieses Objekt wird nicht unterstützt
0x06	0x01	0x0002	Versuch auf einen Read_Only Parameter zu schreiben
0x06	0x02	0x0000	Objekt nicht im Objektverzeichnis vorhanden
0x06	0x04	0x0041	Objekt kann nicht in PDO gemappt werden
0x06	0x04	0x0042	Anzahl und/oder Länge der gemappten Objekte würde PDO- Länge überschreiten
0x06	0x04	0x0043	Allgemeine Parameter Inkompatibilität
0x06	0x04	0x0047	Allgemeiner interner Fehler im Gerät
0x06	0x06	0x0000	Zugriff wegen Hardware-Fehler abgebrochen
0x06	0x07	0x0010	Datentyp oder Parameterlänge stimmen nicht überein oder sind unbekannt
0x06	0x07	0x0012	Datentyp stimmt nicht überein, Parameterlänge zu groß
0x06	0x07	0x0013	Datentyp stimmt nicht überein, Parameterlänge zu klein
0x06	0x09	0x0011	Subindex nicht vorhanden
0x06	0x09	0x0030	Allgemeiner Wertebereich-Fehler
0x06	0x09	0x0031	Wertebereich-Fehler: Parameter wert zu groß
0x06	0x09	0x0032	Wertebereich-Fehler: Parameter wert zu klein
0x06	0x0A	0x0023	Resource nicht verfügbar
0x08	0x00	0x0021	Zugriff wegen lokaler Applikation nicht möglich
0x08	0x00	0x0022	Zugriff wegen aktuellem Gerätestatus nicht möglich

4 CANopen

4.4 Emergency Object (Fehlermeldung)

Das Emergency Object informiert andere Busteilnehmer über aufgetretene Fehler.
Das Emergency Object ist immer 8 Byte groß und folgendermaßen aufgebaut:

11-bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x80 (128D) + Node-ID	Error0 (LB)	Error1 (HB)	Error-Reg.	0	0	0	0	0

Die ersten beiden Bytes enthalten den 16-Bit-Errorcode, das dritte Byte enthält das Error-Register, die anschließenden 5 Bytes können einen herstellerspezifischen Zusatzcode enthalten.

Das Error-Register kennzeichnet die Fehlerart. Die möglichen Fehlerarten sind im OV unter Index 0x1001 beschrieben (z.B. Bit 4 = Communication Error).

In der folgenden Fehlercode-Tabelle sind die allgemeinen Fehler aufgeführt
(z.B. Error0=0x10, Error1=0x82: Fehler 0x8210: PDO not processed due to length error):

Emergency Error Codes

Error Code (hex)	Meaning
0000	no error
1000	generic error
2000	current
2300	current, device output side
2310	continuous over current
3000	voltage
3200	voltage inside the device
3210	over voltage
4000	temperature
4200	device temperature
4210	over temperature
5000	device hardware
5500	data storage
5530	flash memory error
6000	device software
6100	internal software
8000	monitoring
8100	communication
8110	CAN overrun (objects lost)
8120	CAN in error passive mode
8130	life guard error or heartbeat error
8140	recovered from bus off
8150	transmit COB-ID collision
8200	protocol error
8210	PDO not processed due to length error
8220	PDO length exceeded
8400	velocity speed controller (deviation)
8600	positioning controller
8611	following error

4 CANopen

4.5 NMT (Netzwerkmanagement)

Nach dem Einschalten und der erfolgreich durchgeführten Initialisierung befinden sich die FAULHABER Motion Controller automatisch im Zustand "Pre-Operational". In diesem Zustand kann außer über NMT-Nachrichten nur über Servicedatenobjekte (SDOs) mit dem Gerät kommuniziert werden, um Parametereinstellungen vorzunehmen oder abzufragen. Die FAULHABER Motion Controller werden bereits mit sinnvollen Default-Einstellungen für alle Objekte ausgeliefert, somit ist in der Regel keine weitere Parametrisierung beim Systemstart notwendig. Üblicherweise werden notwendige Parametereinstellungen einmal z. B. mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers durchgeführt und dann dauerhaft ins Daten-Flash gespeichert. Diese Einstellungen sind dann nach dem Systemstart sofort verfügbar.

Zum Starten eines CANopen-Gerätes genügt eine einzige CAN-Nachricht:
Start Remote Node:

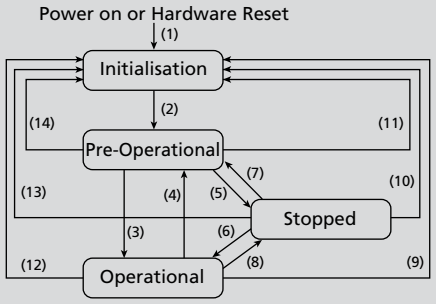
11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x000	0x01	Node-ID

Oder, zum Starten des gesamten Netzwerkes:
Start All Remote Nodes:

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x000	0x01	0x00

Danach befinden sich die Geräte im Zustand "Operational". Das Gerät ist jetzt voll funktionsfähig und kann über PDOs bedient werden.

Nachfolgend ist das Zustandsdiagramm angegeben:



(1)	At Power on the initialisation state is entered autonomously
(2)	Initialisation finished – enter PRE-OPERATIONAL automatically
(3),(6)	Start_Remote_Node indication
(4),(7)	Enter PRE-OPERATIONAL_State indication
(5),(8)	Stop_Remote_Node indication
(9),(10),(11)	Reset_Node indication
(12),(13),(14)	Reset_Communication indication

Im Zustand "Stopped" ("Prepared") befindet sich das Gerät im Fehlerzustand und kann nicht mehr über SDO und PDOs bedient werden. Lediglich NMT-Nachrichten werden empfangen, um eine Zustandänderung zu bewirken. Zustandsänderungen können mit Hilfe der NMT-Dienste durchgeführt werden:

Ein NMT-Telegramm besteht immer aus 2 Byte auf dem Identifier 0x000:

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x000	CS	Node-ID

CS: Command Specifier
Node-ID: Knotenadresse (0 = alle Knoten)

Die möglichen Werte für den Command Specifier CS sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt:

Statusübergang	Command Specifier cs	Erläuterung
(1)	–	Der Initialisierungs-Status wird beim Einschalten selbsttätig erreicht
(2)	–	Nach der Initialisierung wird der Status Pre-Operational automatisch erreicht, dabei wird die Boot-Up-Nachricht abgeschickt.
(3), (6)	cs = 0x01 (1D)	Start_Remote_Node. Startet das Gerät und gibt die Übertragung von PDOs frei.
(4), (7)	cs = 0x80 (128D)	Enter_Pre-Operational. Stoppt die PDO-Übertragung, SDO weiter aktiv.
(5), (8)	cs = 0x02 (2D)	Stop_Remote_Node. Gerät geht in den Fehlerzustand, SDO und PDO abgeschaltet.
(9), (10), (11)	cs = 0x81 (129D)	Reset_Node. Führt einen Reset durch. Alle Objekte werden auf Power-On Defaults zurückgesetzt.
(12), (13), (14)	cs = 0x82 (130D)	Reset_Communication. Führt einen Reset der Kommunikationsfunktionen durch.

4 CANopen

4.5 NMT (Netzwerkmanagement)

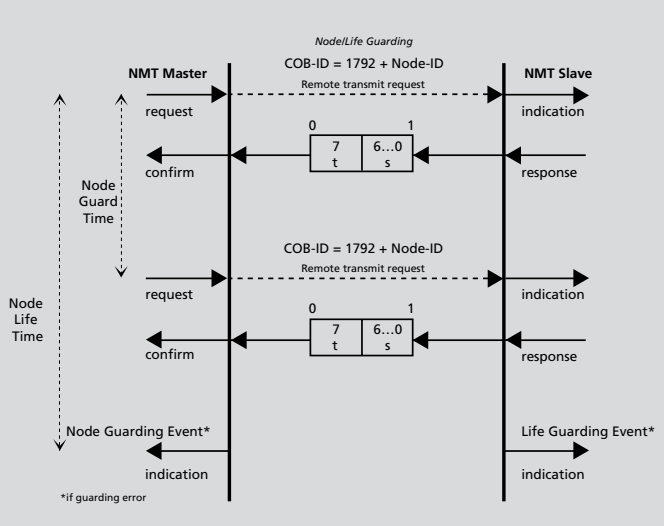
Boot-Up Message:
Nach der Initialisierungsphase sendet der FAULHABER Motion Controller die Boot-Up Message, eine CAN-Nachricht mit einem Datenbyte (Byte0 = 0x00) auf dem Identifier der Node-Guarding-Nachricht (0x700 + Node-ID):

11-Bit Identifier	1 Byte Nutzdaten
0x700 (1792D) + Node-ID	0x00

Die Boot-Up Message signalisiert das Ende der Initialisierungsphase einer neu eingeschalteten Baugruppe, die daraufhin konfiguriert bzw. gestartet werden kann.

Node Guarding:
Mit Hilfe des Node-Guarding-Objekts kann der momentane Zustand des Gerätes abgefragt werden. Dazu sendet der Master durch Setzen eines Remote-Frames einen Request (Anforderungstelegramm) auf den Guarding-Identifier des zu überwachenden Knoten. Dieser antwortet dann mit der Guarding-Nachricht, die den aktuellen Status des Knoten und ein Toggle Bit enthält.

Das nachfolgende Diagramm beschreibt das Node-Guarding-Protokoll:



t: Toggle Bit. Anfänglich 0, wechselt in jedem Guarding Telegramm seinen Wert.

s: Status:

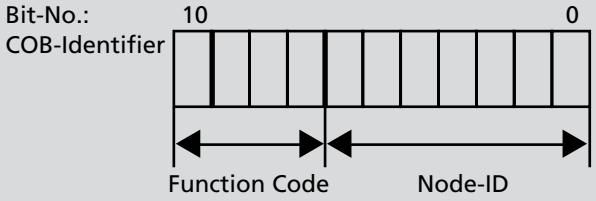
s = 0x04 (4D): Stopped (Prepared)

s = 0x05 (5D): Operational

s = 0x7F (127D): Pre-Operational

Identifier-Verteilung:

CANopen bietet im "Predefined Connection Set" Default-Identifier für die wichtigsten Objekte an. Diese setzen sich zusammen aus einer 7-Bit Knotenadresse (Node-ID) und einem 4-Bit Function Code gemäß folgendem Schema:



Die FAULHABER Motion Controller arbeiten nur mit diesen Default-Identifiers!

Object	Function code (binary)	Resulting COB-ID	Communication Parameters at Index
NMT	0000	0	–
SYNC	0001	128 (80h)	1005h
TIME STAMP	0010	256 (100h)	1012h

Object	Function code (binary)	Resulting COB-ID	Communication Parameters at Index
EMER-GENCY	0001	129 (81h) – 255 (FFh)	1014h, 1015h
PDO1 (tx)	0011	385 (181h) – 511 (1FFh)	1800h
PDO1 (rx)	0100	513 (201h) – 639 (27Fh)	1400h
PDO2 (tx)	0101	641 (281h) – 767 (2FFh)	1801h
PDO2 (rx)	0110	769 (301h) – 895 (37Fh)	1401h
PDO3 (tx)	0111	897 (381h) – 1023 (3FFh)	1802h
PDO3 (rx)	1000	1025 (401h) – 1151 (47Fh)	1402h
SDO (tx)	1011	1409 (581h) – 1535 (5FFh)	1200h
SDO (rx)	1100	1537 (601h) – 1663 (67Fh)	1200h
NMT Error Control	1110	1793 (701h) – 1919 (77Fh)	

4 CANopen

4.6 Einträge im Objektverzeichnis

Im CANopen-Objektverzeichnis werden die Konfigurationsparameter verwaltet. Das Objektverzeichnis ist in drei Bereiche unterteilt:

1. Kommunikationsparameter (Index 0x1000 – 0x1FFF)
2. Herstellerspezifischer Bereich (Index 0x2000 – 0x5FFF)
3. Standardisierte Geräteprofile (0x6000 – 0x9FFF)

Der 1. Bereich enthält die Objekte nach DS301, der 2. Bereich ist für herstellerspezifische Objekte reserviert, und der 3. Bereich beinhaltet die von den FAULHABER Motion Controllern unterstützten Objekte nach DSP402.

Jedes Objekt kann über seinen Index und Subindex referenziert werden (SDO-Protokoll).

Übersicht der zur Verfügung stehenden Objekte:

a.) Kommunikationsobjekte nach DS301:

Index	Object (Symbolic Name)	Name	Typ	Attrb.
0x1000	VAR	device type	UNSIGNED32	ro
0x1001	VAR	error register	UNSIGNED8	ro
0x1003	ARRAY	pre-defined error field	UNSIGNED32	ro
0x1008	VAR	manufacturer device name	Vis-String	const
0x1009	VAR	manufacturer hardware version	Vis-String	const
0x100A	VAR	manufacturer software version	Vis-String	const
0x100C	VAR	guard time	UNSIGNED16	rw
0x100D	VAR	life time factor	UNSIGNED8	rw
0x1010	ARRAY	store parameters	UNSIGNED32	rw
0x1011	ARRAY	restore default parameters	UNSIGNED32	rw
0x1014	VAR	COB-ID EMCY	UNSIGNED32	ro
0x1018	RECORD	Identity Object	Identity (23h)	ro
		Server SDO Parameter		
0x1200	RECORD	1st Server SDO parameter SDO	Parameter (22h)	ro
		Receive PDO Communication Parameter		
0x1400	RECORD	1st receive PDO Parameter PDO	CommPar (20h)	rw
0x1401	RECORD	2nd receive PDO Parameter PDO	CommPar (20h)	rw
0x1402	RECORD	3rd receive PDO Parameter PDO	CommPar (20h)	rw
		Receive PDO Mapping Parameter		
0x1600	RECORD	1st receive PDO mapping PDO	Mapping (21h)	ro
0x1601	RECORD	2nd receive PDO mapping PDO	Mapping (21h)	ro
0x1602	RECORD	3rd receive PDO mapping PDO	Mapping (21h)	ro
		Transmit PDO Communication Parameter		
0x1800	RECORD	1st transmit PDO Parameter PDO	CommPar (20h)	rw
0x1801	RECORD	2nd transmit PDO Parameter PDO	CommPar (20h)	rw
0x1802	RECORD	3rd transmit PDO Parameter PDO	CommPar (20h)	rw
		Transmit PDO Mapping Parameter		
0x1A00	RECORD	1st transmit PDO mapping PDO	Mapping (21h)	ro
0x1A01	RECORD	2nd transmit PDO mapping PDO	Mapping (21h)	ro
0x1A02	RECORD	3rd transmit PDO mapping PDO	Mapping (21h)	ro

4 CANopen

4.6 Einträge im Objektverzeichnis

b.) Objekte des Antriebsprofils nach DSP402:

Index	Name	Typ	Attrb.	Bedeutung
0x6040	controlword	Unsigned16	rw	Antriebssteuerung
0x6041	statusword	Unsigned16	ro	Statusanzeige
0x6060	modes of operation	Integer8	wo	Umschalten der Betriebsart
0x6061	modes of operation display	Integer8	ro	Eingestellte Betriebsart
0x6062	position demand value	Integer32	ro	Letzte Sollposition
0x6063	position actual value	Integer32	ro	Istposition in Inkrementen
0x6064	position actual value	Integer32	ro	Istposition skaliert
0x6067	position window	Unsigned32	rw	Zielpositionsfenster
0x6068	position window time	Unsigned16	rw	Zeit im Zielpositionsfenster
0x6069	velocity actual sensor value	Integer32	ro	Aktueller Drehzahlwert
0x606B	velocity demand value	Integer32	ro	Solldrehzahl
0x606C	velocity actual value	Integer32	ro	Aktueller Drehzahlwert
0x606D	velocity window	Unsigned16	rw	Enddrehzahlfenster
0x606E	velocity window time	Unsigned16	rw	Zeit im Enddrehzahlfenster
0x606F	velocity threshold	Unsigned16	rw	Drehzahlschwellwert
0x6070	velocity threshold time	Unsigned16	rw	Zeit unter Drehzahlschwellwert
0x607A	target position	Integer32	rw	Sollposition
0x607C	homing offset	Integer32	rw	Referenzpunktverschiebung
0x607D	software position limit	ARRAY	rw	Bereichsgrenzen
0x607E	Polarity	Unsigned8	rw	Polarität (Drehrichtung)
0x607F	max profile velocity	Unsigned32	rw	Maximaldrehzahl
0x6081	profile velocity	unsigned32	rw	Maximaldrehzahl
0x6083	profile acceleration	Unsigned32	rw	Beschleunigungswert
0x6084	profile deceleration	Unsigned32	rw	Bremsrampenwert
0x6085	quick stop deceleration	Unsigned32	rw	Quick Stop Bremsrampenwert
0x6086	motion profile type	Integer16	ro	Bewegungsprofil
0x6093	position factor	ARRAY	rw	Positionsfaktor
0x6096	velocity factor	ARRAY	rw	Drehzahlfaktor
0x6097	acceleration factor	ARRAY	rw	Beschleunigungsfaktor
0x6098	homing method	Integer8	rw	Homingverfahren
0x6099	homing speed	ARRAY	rw	Homing-Drehzahl
0x609A	homing acceleration	Unsigned32	rw	Homing-Beschleunigung
0x60F9	velocity control parameter set	ARRAY	rw	Parameter für Drehzahlregler
0x60FA	control effort	Integer32	ro	Reglerausgang
0x60FB	position control parameter set	ARRAY	rw	Parameter für Lageregler
0x60FF	target velocity	Integer32	rw	Solldrehzahl
0x6510	drive data	RECORD	rw	Antriebsinformationen

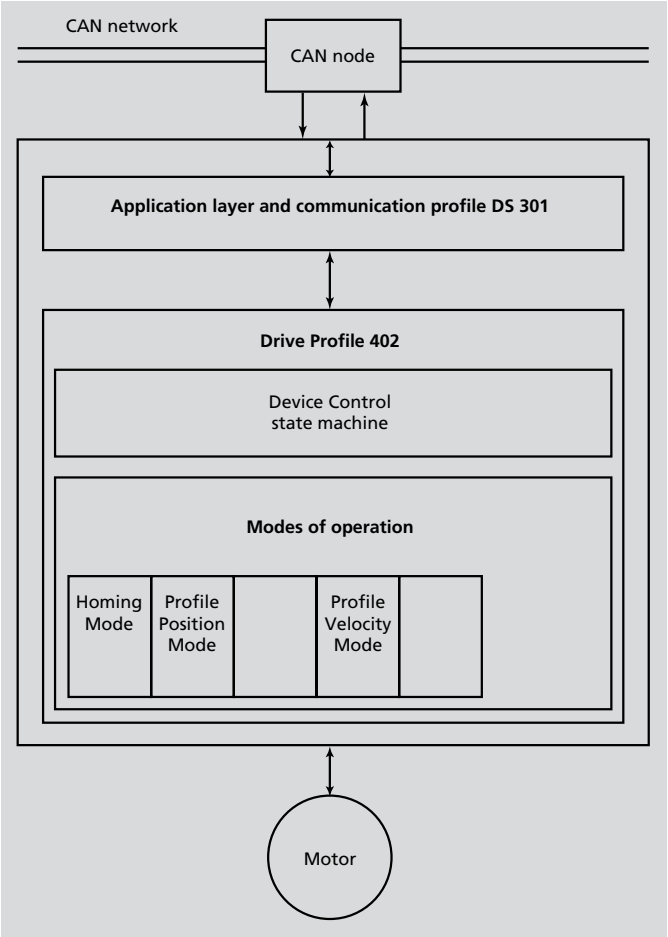
Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Objekte finden Sie im Kapitel 6 **Parameter-Beschreibung**.

4 CANopen

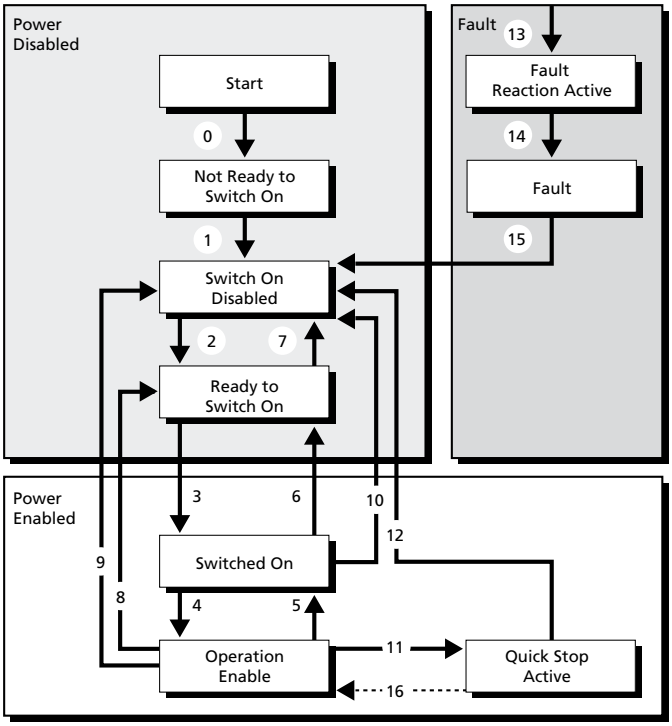
4.7 Antriebssteuerung (Device Control)

Die FAULHABER Motion Controller unterstützen die Antriebssteuerung nach CiA DSP402. Dieses Geräteprofil für Antriebe setzt auf dem Kommunikationsprofil CiA DS301 auf und bietet standardisierte Objekte zur Antriebssteuerung und Konfiguration.

Unterstützt werden außer „Device Control“ die Betriebsarten „Profile Position Mode“, „Profile Velocity Mode“ und „Homing Mode“.



Das Antriebsverhalten wird in CANopen über eine Statemachine abgebildet. Die Zustände können über das *Controlword* gesteuert und über das *Statusword* angezeigt werden:



Nach dem Einschalten und der erfolgreich durchgeführten Initialisierung befindet sich der FAULHABER Antrieb sofort im Zustand “Switch On Disabled”.

Eine Zustandsänderung kann erst vorgenommen werden, wenn das Gerät sich im Zustand “Operational” befindet (siehe Kapitel 4.5 **NMT (Netzwerkmanagement)**).

Das Kommando “Shutdown” bringt den Antrieb in den Zustand “Ready to Switch On” (Übergang 2).

Das Kommando “Switch On” schaltet dann die Leistungsstufe ein. Der Antrieb ist nun enabled und befindet sich im Zustand “Switched On” (Übergang 3).

Das Kommando “Enable Operation” bringt den Antrieb in den Zustand “Operation Enabled”, die normale Betriebsart des Antriebs (Übergang 4). Das Kommando “Disable Operation” bringt den Antrieb wieder in den Zustand “Switched On” und dient z.B. zum Abbruch einer laufenden Operation (Übergang 5).

4 CANopen

4.7 Antriebssteuerung (Device Control)

Die in der Abbildung eingezeichneten Zustandsänderungen werden durch folgende Kommandos ausgeführt:

Kommando	Übergänge
Shutdown	2,6,8
Switch on	3
Disable Voltage	7,9,10,12
Quick Stop	7,10,11
Disable Operation	5
Enable Operation	4,16
Fault Reset	15

Die Kommandos zur Ausführung von Zustandsänderungen werden durch eine spezielle Bitkombination im *Controlword* ausgeführt. Das *Controlword* befindet sich im Objektverzeichnis unter Index 0x6040 und wird in der Regel mit PDO1 übertragen.

Die Bedeutung der einzelnen Bits des *Controlword* ist im Kapitel 6.3.1 **Device Control** erläutert.

Bei Zustandsänderungen sendet der FAULHABER Motion Controller in seiner Voreinstellung automatisch das aktuelle *Statusword* auf PDO1. Über einen Remote-Request auf PDO1 kann der aktuelle Zustand auch jederzeit abgefragt werden. Das *Statusword* befindet sich im Objektverzeichnis unter Index 0x6041.

Die Bedeutung der einzelnen Bits des *Statusword* ist im Kapitel 6.3.1 **Device Control** erläutert.

5 Erweiterte CAN Funktionen

5.1 Der FAULHABER Kanal

Auf PDO2 steht ein spezieller FAULHABER Kanal zur Verfügung, über den sämtliche Befehle des Motion Controllers auf einfache Art und Weise ausgeführt werden können.

Für jedes FAULHABER Kommando gibt es ein entsprechendes CAN-Telegramm womit die CAN-Einheit analog zur seriellen Variante bedient werden kann. Alle Funktionen und Parameter der Antriebseinheit können über diesen Kanal angesprochen werden.

Im Kapitel 6.4 **FAULHABER Kommandos** befindet sich die komplette Beschreibung der FAULHBER Kommandos.

5.2 Trace

Über PDO3 ist es möglich Betriebsdaten zu tracen, d.h. online in einer Auflösung von bis zu 1 ms auszulesen. Nachdem die gewünschte Traceart über RxPDO3 eingestellt wurde, können die Werte durch Requests auf TxPDO3 hintereinander angefordert werden (siehe Kapitel 4.2 **PDOs (Prozessdatenobjekte)**).

Trace-Konfiguration:

RxPDO3:

Byte	Funktion
0	Modus für Parameter 1
1	Modus für Parameter 2 255 = Kein zweiter Parameter
2	Übertragung mit Timecode 1 = Mit Timecode 0 = Ohne Timecode
3	Anzahl zu übertragende Datenpakete pro Request Default: 1
4	Zeitabstand zwischen den Paketen [ms] Default: 1ms

Folgende Werte für Parameter 1 und 2 stehen zur Verfügung:

0: Istdrehzahl [Integer16, rpm]
1: Solldrehzahl [Integer16, rpm]
2: Reglerausgang [Integer16]
4: Motorstrom [Integer16, mA]
44: Gehäusetemperatur [Unsigned16, °C]
46: Spulentemperatur [Unsigned16, °C]
200: Istposition [Integer32, Inc]
201: Sollposition [Integer32, Inc]

Datenanforderung:

Je nach eingestelltem Modus für Parameter 1 und 2 werden nach einem Request (RTR) auf TxPDO3 3 bis 8 Byte auf TxPDO3 zurückgesendet:

1.) Modus1 zwischen 0 und 15,
Modus2 auf 255 (inaktiv)

➔ 3 Byte ... 1. Byte: Low Byte Daten
2. Byte: High Byte Daten
3. Byte: Timecode

Die Daten sind im Integer16-Format.

2.) Modus1 zwischen 16 und 199,
Modus2 auf 255 (inaktiv)

➔ 3 Byte ... Codierung wie bei 1.)

Die Daten sind im Unsigned16-Format.

3.) Modus1 zwischen 200 und 255,
Modus2 auf 255 (inaktiv)

➔ 5 Byte ... 1. Byte: Lowest Byte Daten
2. Byte: Second Byte Daten
3. Byte: Third Byte Daten
4. Byte: Highest Byte Daten
5. Byte: Timecode

Die Daten sind im Integer32-Format.

4.) Modus1 entsprechend 1.), 2.) oder 3.) und
Modus2 kleiner 255:

➔ 5 bis 8 Byte ... Byte 1 bis 2 (4):
Datenbytes von Modus1
Byte 3 (5) bis 4 (6) (8):
Datenbytes von Modus2
Byte 5 (7): Timecode

Die Datenbytes von Modus2 sind codiert wie bei Modus1.

Der Timecode entspricht dem Vielfachen der Zeitbasis von 1 ms und definiert den Zeitabstand zum letzten Senden. Bei Anforderung von 2 Integer32 Parametern, ist kein Platz mehr für den Timecode im CAN-Telegramm, der Konfigurationsparameter 2 muss daher auf 0 (Übertragung ohne Timecode) gesetzt werden. Die Zeitmessung muss dann im Master erfolgen.

6 Parameter-Beschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach DS301

Device Type

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1000	0	device type	Unsigned32	ro	No	Angabe des Gerätetyps

Enthält Informationen zum Gerätetyp, aufgeteilt in zwei 16-Bit-Felder:

Byte: MSB LSB

Additional Information	Device Profile Number

Device Profile Number = 0x192 (402D)

Error Register

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1001	0	error register	Unsigned8	ro	No	Fehlerregister

Interne Gerätefehler werden in diesem Byte folgendermaßen abgebildet:

Bit	M/O	Meaning
0	M	generic error
1	O	current
2	O	voltage
3	O	temperature
4	O	communication error (overrun, error state)
5	O	device profile specific
6	O	Reserved (always 0)
7	O	manufacturer specific

Pre-defined Error Field (Fehlerspeicher)

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1003	0	number of errors	Unsigned8	ro	No	Anz. Gespeicherter Fehler
	1	standard error field	Unsigned32	ro	No	Letzter Fehler
	2	standard error field	Unsigned32	ro	No	Weiterer Fehler...

Der Fehlerspeicher enthält die Beschreibung der letzten aufgetretenen Fehler. Das standard error field ist dabei in zwei 16-Bit-Felder aufgeteilt:

Byte: MSB LSB

Additional Information	Error Code

Fehler werden durch das Emergency Object gemeldet. Die Bedeutung der einzelnen Fehlercodes ist im Kapitel 4.4 **Emergency Object (Fehlermeldung)** beschrieben.

Durch Schreiben einer "0" auf Subindex 0 wird der Fehlerspeicher gelöscht. Wenn kein Fehler seit dem Einschalten aufgetreten ist, dann besteht das Objekt nur aus Subindex 0 mit dem Eintrag 0.

6 Parameter-Beschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach DS301

Manufacturer Device Name

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1008	0	manufacturer device name	Vis-String	const	No	Gerätename

Verwenden Sie das Segmented SDO-Protocol, um den Gerätenamen auszulesen, da dieser größer als 4 Byte sein kann.

Manufacturer Hardware Version

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1009	0	manufacturer hardware version	Vis-String	const	No	Hardware Version

Verwenden Sie das Segmented SDO-Protocol, um die Hardware-Version auszulesen, da diese größer als 4 Byte sein kann.

Manufacturer Software Version

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x100A	0	manufacturer software version	Vis-String	const	No	Software Version

Verwenden Sie das Segmented SDO-Protocol, um die Software-Version auszulesen, da diese größer als 4 Byte sein kann.

Guard Time

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x100C	0	guard time	Unsigned16	rw	0	Überwachungszeit für Node Guarding

Angabe der Guard Time in Millisekunden, 0 schaltet die Überwachung aus.

Life Time Factor

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x100D	0	Life time factor	Unsigned8	rw	0	Zeitfaktor für Lifeguarding

Der Life Time Factor multipliziert mit der Guard Time ergibt die Life Time für das Node Guarding Protocol (siehe Kapitel 4.5 **NMT (Netzwerkmanagement)**). 0 schaltet Lifeguarding aus.

Store Parameters

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1010	0	largest sub-index supported	Unsigned8	ro	3	Anzahl Speicher-möglichkeiten
	1	save all parameters	Unsigned32	rw	1	Speichert alle Parameter
	2	save communication parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Kommunikations-parameter abspeichern
	3	save application parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Anwendungs-parameter abspeichern

Dieses Objekt speichert Konfigurationsparameter in den nichtflüchtigen Flash-Speicher.
Ein Lesezugriff liefert Informationen über die Speichermöglichkeiten.

6 Parameter-Beschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach DS301

Der Speichervorgang wird durch Schreiben der Signatur “save” auf den entsprechenden Subindex eingeleitet:

Signature	MSB			LSB
ISO 8859 (“ASCII”)	e	v	a	s
hex	65h	76h	61h	73h

Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando SAVE.

Achtung: Befehl darf nicht mehr als 10.000 mal ausgeführt werden, da sonst die Funktion des Flashspeichers nicht mehr gewährleistet werden kann.

Restore Default Parameters

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1011	0	largest subindex supported	Unsigned8	ro	3	Anzahl Restore-möglichkeiten
	1	restore all default parameters	Unsigned32	rw	1	Lädt alle Default-Parameter
	2	restore default communication parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Default Kommunikations-parameter laden
	3	restore default application parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Default Anwendungs-parameter laden

Dieses Objekt lädt die Default-Konfigurationsparameter (Auslieferungszustand).
Ein Lesezugriff liefert Informationen über die Restoremöglichkeiten.

Der Restorevorgang wird durch Schreiben der Signatur “load” auf den entsprechenden Subindex eingeleitet:

Signature	MSB			LSB
ASCII	d	a	o	l
hex	64h	61h	6Fh	6Ch

Die Parameter werden erst beim nächsten Bootvorgang (Reset) auf die Defaultwerte gesetzt.
Wenn die Default-Parameter endgültig gespeichert werden sollen, muss nach dem Reset ein Save-Befehl ausgeführt werden.

COB-ID Emergency Message

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1014	0	COB-ID EMCY	Unsigned32	ro	0x80 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier des Emergency Objects

Identity Object

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1018	0	Number of entries	Unsigned8	ro	4	Anzahl Objekteinträge
	1	Vendor ID	Unsigned32	ro	327	Herstellerkennnummer (Faulhaber: 327)
	2	Product code	Unsigned32	ro	3150	Produktkennnummer
	3	Revision number	Unsigned32	ro		Versionsnummer
	4	Serial number	Unsigned32	ro		Serien-Nr.

6 Parameter-Beschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach DS301

Server SDO Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1200	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID Client ➔ Server (rx)	Unsigned32	ro	0x600 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der Server RxSDO
	2	COB-ID Server ➔ Client (tx)	Unsigned32	ro	0x580 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der Server TxSDO

Receive PDO1 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1400	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x200 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der RxPDO1
	2	transmission type	Unsigned8	ro	255	PDO-Übertragungsart

Receive PDO2 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1401	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x300 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der RxPDO2
	2	transmission type	Unsigned8	ro	255	PDO-Übertragungsart

Receive PDO3 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1402	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x400 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der RxPDO3
	2	transmission type	Unsigned8	ro	255	PDO-Übertragungsart

Receive PDO1 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb	Defaultwert	Bedeutung
0x1600	0	Number of entries	Unsigned8	ro	1	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x60400010	Verweis auf 16-Bit controlword (0x6040)

Receive PDO2 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1601	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23010108	Verweis auf 8-Bit FAULHABER Kommando
	2	2nd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23010220	Verweis auf 32-Bit Befehls-Argument

6 Parameter-Beschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach DS301

Receive PDO3 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1602	0	Number of entries	Unsigned8	ro	5	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030108	Verweis auf 8-Bit Trace-Mode für Parameter 1
	2	2nd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030208	Verweis auf 8-Bit Trace-Mode für Parameter 2
	3	3rd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030308	Verweis auf 8-Bit Trace-Timecode-Einstellung
	4	4th object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030408	Verweis auf 8-Bit Trace-Wert “Anzahl Pakete”
	5	5th object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030508	Verweis auf 8-Bit Trace-Wert “Zeitabstand”

Transmit PDO1 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1800	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x180 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der TxPDO1
	2	transmission type	Unsigned8	rw	255	PDO-Übertragungsart: asynchron

Transmit PDO2 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1801	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x280 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der TxPDO2
	2	transmission type	Unsigned8	rw	253	PDO-Übertragungsart: asynchron, nur auf Anforderung (RTR)

Transmit PDO3 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1802	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x380 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der TxPDO3
	2	transmission type	Unsigned8	ro	253	PDO-Übertragungsart: asynchron, nur auf Anforderung (RTR)

6 Parameter-Beschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach DS301

Transmit PDO1 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1A00	0	Number of entries	Unsigned8	ro	1	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x60410010	Verweis auf 16-Bit statusword (0x6041)

Transmit PDO2 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1A01	0	Number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23010108	Verweis auf 8-Bit FAULHABER Kommando
	2	2nd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23020120	Verweis auf 32-Bit-Wert
	3	2nd object to be mapped	Unsigned8	ro	0x23020208	Verweis auf 8-Bit-Fehlercode

Transmit PDO3 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1A02	0	Number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23040120	Verweis auf 32-Bit Trace-Wert von Parameter 1
	2	2nd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23040220	Verweis auf 32-Bit Trace-Wert von Parameter 2
	3	3rd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23040308	Verweis auf 8-Bit Timecode

6 Parameter-Beschreibung

6.2 Herstellerspezifische Objekte

FAULHABER Kommando

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x2301	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	command	Unsigned8	rw	0	Kommandobyte für FAULHABER Kanal
	2	argument	Unsigned32	rw	0	Argument für FAULHABER Kommando

Dieses Objekt wird über die RxPDO2 beschrieben und beinhaltet immer das zuletzt gesendete FAULHABER Kommando.

Rückgabewert von FAULHABER Kommando

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x2302	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	value	Unsigned32	ro	0	Rückgabewert von FAULHABER Kommando
	2	error	Unsigned8	ro	0	Fehlercode: 1 = OK, weitere Fehler siehe unter FAULHABER Kommandos

Der Inhalt dieses Objekts wird durch einen Request (RTR) auf TxPDO2 angefordert und liefert den Rückgabewert für Befehle auf dem FAULHABER Kanal.

Trace-Konfiguration

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x2303	0	Number of entries	Unsigned8	ro	5	Anzahl Objekteinträge
	1	mode1	Unsigned8	rw	0	Tracemodus für Parameter 1
	2	mode2	Unsigned8	rw	0	Tracemodus für Parameter 2
	3	timecode	Unsigned8	rw	1	Daten mit Timecode
	4	packets	Unsigned8	rw	1	Anzahl zu übertragende Pakete pro Request
	5	period	Unsigned8	rw	1	Zeitabstand zwischen den Paketen

Dieses Objekt wird über die RxPDO3 beschrieben und beinhaltet immer die zuletzt gesendete Trace-Einstellung.

Trace-Daten

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x2304	0	Number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	value1	Unsigned32	ro	0	Letzter Wert von Parameter 1
	2	value2	Unsigned32	ro	0	Letzter Wert von Parameter 2
	3	timecode	Unsigned8	ro	0	Letzter Timecode Wert

Der Inhalt dieses Objekts wird durch einen Request (RTR) auf TxPDO3 angefordert und liefert die Tracedaten der eingestellten Parameter. Hier werden immer die Werte, die zuletzt angefordert wurden zwischengespeichert.

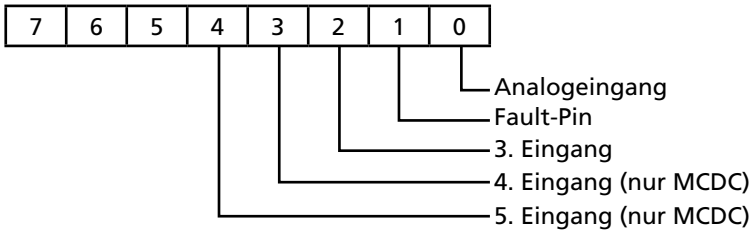
6 Parameter-Beschreibung

6.2 Herstellerspezifische Objekte

Endschaltereinstellung

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x2310	0	Number of entries	Unsigned8	ro	5	Anzahl Objekteinträge
	1	Negative Limit	Unsigned8	rw	0	Unterer Endschalter
	2	Positive Limit	Unsigned8	rw	0	Oberer Endschalter
	3	Homing	Unsigned8	rw	0	Homing-Schalter*
	4	Notify	Unsigned8	rw	0	Notify-Schalter**
	5	Polarity	Unsigned8	rw	7	Polarität der Schalter 1: Pos. Flanke gültig 0: Neg. Flanke gültig

Hier kann die Funktion der digitalen Eingänge gemäß folgender Bitmaske eingestellt werden:



Bei Erreichen der oberen oder unteren Endschalter wird der Antrieb gestoppt und lässt sich nur in der entgegengesetzten Richtung wieder aus dem Endschalter herausfahren (Hard Blocking).

* Homing-Schalter sind nur im DSP402 Homing Mode aktiv, hier wird Polarity und Notify nicht berücksichtigt und nach ausgeführter Referenzfahrt der Positionswert abgenullt.

** Notify-Schalter melden sich mit dem statusword und Bit14 gesetzt, wenn sie aktiviert wurden. Über das Objekt 0x2311 kann dann abgefragt werden, welcher Schalter geschaltet hat.

Die Einstellungen dieses Objekts verändern gleichzeitig die Einstellungen der FAULHABER Parameter HB, HD, HA, HN und HP!

Notify-Schalter

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x2311	0	Triggered switch	Unsigned8	ro	0	Geschalteter Schalter

Über dieses Objekt kann abgefragt werden, welcher Schalter entsprechend obiger Bitmaske geschaltet hat, wenn eine statusword-Benachrichtigung mit gesetztem Bit14 eingetroffen ist. Das Lesen des Objekts setzt Bit14 im statusword wieder zurück.

FAULHABER Fehlerregister

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x2320	0	Number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	Internal fault register	Unsigned16	ro	0	Aktueller interner Fehler 0 = Kein Fehler
	2	Emergency mask	Unsigned16	rw	0xFF	Fehler, die ein Emergency-Telegramm auslösen
	3	Fault mask	Unsigned16	rw	0	Fehler, die als DSP402-Fehler behandelt werden und die Statemachine beeinflussen (Fault-Zustand)
	4	Errout mask	Unsigned16	rw	0xFF	Fehler, die den Fehlerausgang setzen

Dieses Objekt beschreibt die Behandlung interner Fehler.

Die Fehler sind folgendermaßen codiert und können durch Addition der gewünschten Fehlerarten maskiert werden:

0x1000 - Softwareüberlauf
0x0100 - CAN-Fehler
0x0010 - NVRAM-Fehler
0x0004 - Überspannung
0x0008 - Temperaturfehler
0x0001 - Stromlimit Aktiv
0x0002 - Drehzahlabweichung

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Eingestellte Baudrate

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x2400	0	Baudrate	Unsigned8	ro	0xFF	Eingestellte Baudrate

Über dieses Objekt kann abgefragt werden, welche Baudrate eingestellt ist. Zurückgegeben wird der Index der eingestellten Baudrate oder 0xFF; wenn AutoBaud eingestellt ist.:

Baudrate	Index
1000 KBit	0
800 KBit	1
500 KBit	2
250 KBit	3

Baudrate	Index
125 KBit	4
50 KBit	6
20 KBit	7
10 KBit	8
AutoBaud	0xFF

6.3.1 Device Control

Die Objekte dieses Bereichs dienen zur Steuerung und Anzeige des Antriebsverhaltens.

Controlword

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6040	0	controlword	Unsigned16	rw	0	Antriebssteuerung

Das controlword dient zur Steuerung der Antriebs-Statemachine und wird in der Regel durch RxPDO1 übertragen. Die einzelnen Bits des controlwords haben folgende Bedeutung:

Bit	Funktion	Kommandos für Device Control Statemachine						
		Shut-down	Switch on	Disable Voltage	Quick Stop	Disable Operation	Enable Operation	Fault Reset
0	Switch on	0	1	X	X	1	1	X
1	Enable Voltage	1	1	0	1	1	1	X
2	Quick Stop	1	1	X	0	1	1	X
3	Enable Operation	X	X	X	X	0	1	X
4	New set-point / Homing operation start							
5	Change set immediately							
6	abs / rel							
7	Fault reset							0->1
8	Halt							
9	0							
10	0							
11	0							
12	0							
13	0							
14	0							
15	0							

Funktion	Beschreibung
New set-point	0: Keine neue Zielposition vorgeben 1: Neue Zielposition vorgeben
Change set immediately	0: Beende die aktuelle Positionierung und starte dann eine Neue 1: Unterbreche die aktuelle Positionierung und starte eine Neue
abs/rel	0: *Target Position* ist ein absoluter Wert 1: *Target Position* ist ein relativer Wert
Fault reset	0->1: Fehler zurücksetzen
Halt	0: Bewegung kann ausgeführt werden 1: Antrieb stoppen

Die notwendige Befehlsfolge zum Start einer Positionierung, eines Drehzahlregelbetriebs oder einer Homing Sequence wird weiter unten im Abschnitt der jeweiligen Betriebsart erläutert.

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Statusword

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6041	0	statusword	Unsigned16	ro	0	Statusanzeige

Das statusword dient zur Anzeige des aktuellen Zustands der Antriebs-Statemachine und wird in der Regel automatisch bei Zustandsänderungen durch TxPDO1 übertragen.

Die einzelnen Bits des statuswords haben folgende Bedeutung:

Bit	Funktion	Zustand der Device Control Statemachine							
		Not Ready to Switch On	Switch On Disabled	Ready to Switch On	Switched On	Operation Enabled	Quick stop active	Fault reaction active	Fault
0	Ready to Switch On	0	0	1	1	1	1	1	0
1	Switched On	0	0	0	1	1	1	1	0
2	Operation Enabled	0	0	0	0	1	1	1	0
3	Fault	0	0	0	0	0	0	1	1
4	Voltage Enabled	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Quick Stop	X	X	1	1	1	0	X	X
6	Switch On Disabled	0	1	0	0	0	0	0	0
7	Warning								
8	0								
9	Remote								
10	Target Reached								
11	Internal limit active								
12	Set-point acknowledge/ Speed / Homing attained								
13	Homing Error								
14	Hard Notify								
15	0								

Funktion	Beschreibung
Warning	nicht verwendet
Remote	nicht verwendet
Target Reached	0: Zielposition bzw. Solldrehzahl noch nicht erreicht 1: *Target Position* bzw. *Target Velocity* erreicht. (Halt = 1: Antrieb hat Drehzahl 0 erreicht)
Set-point acknowledge	0: Noch keine neue Sollposition übernommen (Profile Position Mode) 1: Neue Sollposition übernommen
Homing attained	0: Homing Sequenz noch nicht abgeschlossen 1: Homing Sequenz erfolgreich abgeschlossen
Speed	0: Drehzahl ungleich 0 (Profile Velocity Mode) 1: Drehzahl 0
Homing Error	0: kein Fehler 1: Fehler
Hard Notify	0: kein Endschalter hat geschaltet 1: ein Notify-Schalter hat geschaltet (siehe Objekt 0x2311 welcher Eingang geschaltet hat)

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Bit 10 (Target Reached) wird gesetzt, wenn der Antrieb im Profile Position Mode seine Sollposition erreicht hat, oder im Profile Velocity Mode seine Solldrehzahl erreicht hat. Die Vorgabe eines neuen Sollwertes löscht das Bit.

Bit 11 (Internal Limit active) zeigt das Erreichen einer Bereichsgrenze an (Position Range Limit oder Limit Switch).

Bit 12 (Setpoint acknowledge / Speed) wird gesetzt nach Erhalt eines neuen Positionierkommandos (Controlword mit New Set-Point) und zurückgesetzt, wenn New Set-Point im Controlword zurückgesetzt wird (Handshake für Positionierkommando). Im Profile Velocity Mode wird das Bit gesetzt bei Drehzahl 0.

Modes of operation

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6060	0	Modes of operation	Integer8	wo	1	Umschalten der Betriebsart

Folgende Werte stehen zur Verfügung:

1 Profile Position Mode (Positionsregelung)
3 Profile Velocity Mode (Drehzahlregelung)
6 Homing Mode (Referenzfahrt)
-1 FAULHABER spezifische Betriebsart

Die einzelnen Betriebsarten werden in diesem Kapitel weiter unten genauer beschrieben. Die Modi 1 bis 6 schalten den Antrieb automatisch in den Normalbetrieb (CONTMOD) mit digitaler Sollwertvorgabe (SOR0). Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando OPMOD.

Modes of operation display

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6061	0	Modes of operation display	Integer8	ro	1	Anzeige der eingestellten Betriebsart

Die eingestellte Betriebsart kann hier abgefragt werde, der Rückgabewert entspricht den Werten des Objektes 0x6060. Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando GOPMOD.

6.3.2 Factor Group

Die Objekte dieses Bereichs dienen der Umrechnung zwischen internen Größen und benutzerdefinierten physikalischen Größen.

Position Factor

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6093	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	numerator	Unsigned32	rw	1	Dividend (Zähler) des Positionsfaktors
	2	feed_constant	Unsigned32	rw	1	Divisor (Nenner) des Positionsfaktors

$$\text{position_factor} = \frac{\text{position_encoder_resolution} \cdot \text{gear_ratio}}{\text{feed_constant}}$$

Über diesen Faktor kann die gewünschte Positionseinheit für den Profile Position Mode eingestellt werden (Default: Encoderauflösung). Dabei werden die internen Positionswerte durch den position_factor geteilt, um die gewünschten physikalischen Größen zu erzeugen.

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Velocity Factor

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6096	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	numerator	Unsigend32	rw	1	Dividend (Zähler) des Drehzahlfaktors
	2	divisor	Unsigend32	rw	1	Divisor (Nenner) des Drehzahlfaktors

$$\text{velocity_factor} = \frac{\text{position_encoder_resolution}}{\text{velocity_encoder_resolution}}$$

Über diesen Faktor kann die gewünschte Drehzahleinheit eingestellt werden (Default: 1/min). Dabei werden die internen Drehzahlwerte durch den velocity_factor geteilt, um die gewünschten physikalischen Größen zu erzeugen.

Acceleration Factor

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6097	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	numerator	Unsigend32	rw	1	Dividend (Zähler) des Beschleunigungsfaktors
	2	divisor	Unsigend32	rw	1	Divisor (Nenner) des Beschleunigungsfaktors

$$\text{acceleration_factor} = \frac{\text{velocity_units} \cdot \text{velocity_encoder_factor}}{\text{acceleration_units} \cdot \text{sec}}$$

Über diesen Faktor kann die gewünschte Beschleunigungseinheit eingestellt werden (Default: 1/s²)

Polarity

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x607E	0	polarity	Unsigned8	rw	0	Polarität (Drehrichtung)

Über dieses Objekt lässt sich die Drehrichtung generell ändern:
Bit 7 = 1: Neg. Drehrichtung im Positionierbetrieb
Bit 6 = 1: Neg. Drehrichtung im Drehzahlbetrieb

6.3.3 Profile Position Mode

Die Objekte dieses Bereichs stehen für den Positionierbetrieb zur Verfügung.

Target Position

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x607A	0	target position	Integer32	rw	0	Sollposition

Die Target Position ist die Position, die der Antrieb im Profile Position Mode anfahren soll. Dabei verwendet er die aktuellen Einstellungen für Drehzahl, Beschleunigung, etc. Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Position Factors. Die Sollposition kann relativ oder absolut interpretiert werden, je nach Art der Positionierung, die über das controlword vorgegeben wird.
Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando LA bzw. LR.

Software Position Limit

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x607D	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	min position limit	Integer32	rw	s.A.	Untere Positionier-Bereichsgrenze
	2	max position limit	Integer32	rw	s.A.	Obere Positionier-Bereichsgrenze

Die hier angegebenen Bereichsgrenzen in Bezug auf die Referenzposition können nicht überfahren werden.
Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Position Factors.
Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando LL.

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Max Profile Velocity

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x607F	0	max profile velocity	Unsigned32	rw	s.A.	Maximaldrehzahl
0x6081	0	profile velocity	Unsigned32	rw	s.A.	Maximaldrehzahl

Maximale Drehzahl während einer Positionierung. Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors. Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando SP.

Profile Acceleration

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6083	0	profile acceleration	Unsigned32	rw	s.A.	Beschleunigungswert

Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Acceleration Factors.
Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando AC.

Profile Deceleration

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6084	0	profile deceleration	Unsigned32	rw	s.A.	Bremsrampenwert

Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Acceleration Factors.
Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando DEC.

Quick Stop Deceleration

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6085	0	quick stop deceleration	Unsigned32	rw	30000	Bremsrampenwert bei Quick Stop

Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Acceleration Factors.

Motion Profile Type

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6086	0	motion profile type	Integer16	ro	0	Art des Bewegungsprofils

Unterstützt wird nur der Motion profile type 0: Linear ramp (Trapezoidal profile).

Control Effort

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60FA	0	Control effort	Integer32	ro	0	Reglerausgang

Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando GRU.

Position Control Parameter Set

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60FB	0	number of entries	Unsigned16	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	gain	Unsigned16	rw	s.A.	Lageregler P-Anteil
	2	D constant	Unsigned16	rw	s.A.	Lageregler D-Anteil

Parameter des Lagereglers Das Objekt entspricht den FAULHABER Kommandos PP und PD. Auch die Parameter P und I des Drehzahlreglers in Objekt 0x60F9 (Kapitel **Profile Velocity Mode**) beeinflussen das Verhalten des Lagereglers!

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Zwei Arten der Sollpositionsvorgabe sind möglich:

■ Einzelne Sollwerte:
Nach Erreichen der Sollposition meldet der Antrieb dem Master, dass er das Ziel erreicht hat und kann dann eine neue Sollposition anfahren. Die Drehzahl ist üblicherweise 0, bevor eine neue Positionierung gestartet wird.

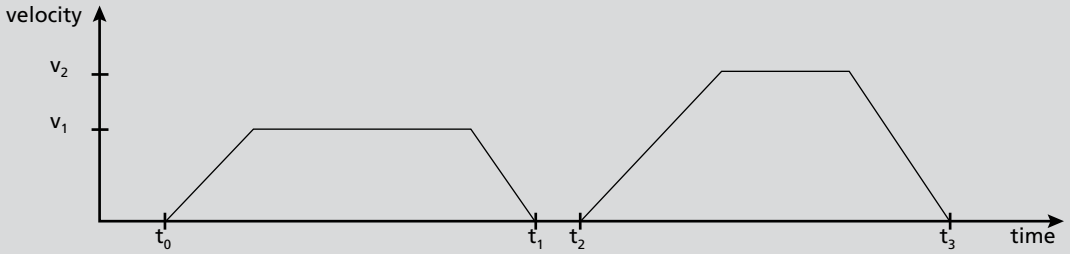
■ Eine Folge von Sollwerten:
Nach Erreichen einer Sollposition wird sofort die nächste Zielposition, die zuvor übergeben wurde, angefahren. Dies führt zu einer kontinuierlichen Bewegung, ohne dass der Antrieb zwischendurch auf Drehzahl 0 abgebremst werden muss.

Die beiden Arten werden über den zeitlichen Ablauf der Bits 4 und 5 (*New Set-point, Change Set immediately*) des controlwords und des Bits 12 (*Set-point acknowledge*) des statuswords gesteuert. Diese Bits ermöglichen über einen Handshake-Mechanismus die Vorbereitung eines neuen Sollwertes während ein alter Fahrauftrag noch ausgeführt wird.

Ablauf bei einzelnen Positionierungen:

Voraussetzung: NMT-Zustand "Operational", Antriebszustand "Operation Enabled" und Modes of Operation (0x6060) auf Profile Position Mode (1) gesetzt.

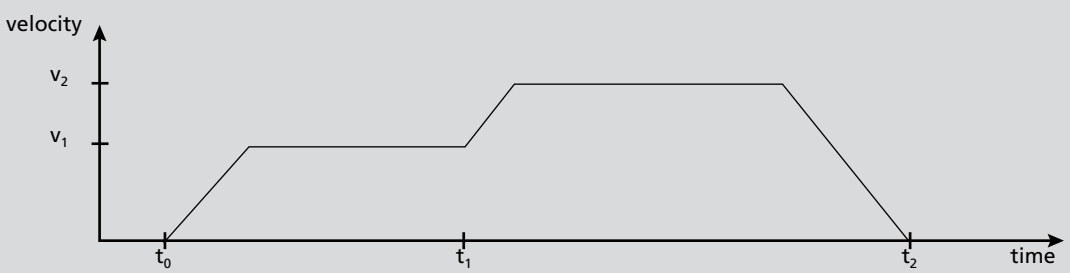
1. Target Position (0x607A) auf den gewünschten Wert für die Sollposition setzen.
2. Im Controlword Bit 4 (*New Set-point*) auf "1", Bit 5 (*Change Set immediately*) auf "0" setzen, und Bit 6 (*abs / rel*) je nachdem, ob absolute oder relative Positionierung gewünscht.
3. Antrieb antwortet mit Bit 12 (*Set-point acknowledge*) im Statusword gesetzt und startet die Positionierung.
4. Das Erreichen der Sollposition meldet der Antrieb über das Statusword mit gesetztem Bit 10 (*Target reached*). Ein bereits anliegender oder ein neuer Positionierauftrag kann nun gestartet werden (*New Set-point*).



Ablauf bei einer Folge von Sollwerten:

Voraussetzung: NMT-Zustand "Operational", Antriebszustand "Operation Enabled" und Modes of Operation (0x6060) auf Profile Position Mode (1) gesetzt.

1. Target Position (0x607A) auf den gewünschten Wert für die Sollposition setzen.
2. Im Controlword Bit 4 (*New Set-point*) und Bit 5 (*Change Set immediately*) auf "1" setzen, und Bit 6 (*abs / rel*) je nachdem, ob absolute oder relative Positionierung gewünscht.
3. Antrieb antwortet mit Bit 12 (*Set-point acknowledge*) im Statusword gesetzt und startet die Positionierung.
4. Ein neuer Positionierauftrag kann bereits jetzt gestartet werden (*New Set-point*), bei relativen Positionierungen wird dabei die neue Sollposition zur letzten Sollposition hinzuaddiert. Die neue Sollposition wird dann sofort angefahren.
5. Das Ende der Positionierung wird signalisiert durch das Statusword mit gesetztem Bit 10 (*Target reached*).



6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

6.3.4 Homing Mode

Die Objekte dieses Bereichs stehen für den Homing Modus zur Verfügung. Nach dem Einschalten muss in der Regel eine Referenzfahrt (Homing) ausgeführt werden, um den Positionswert am Homing-Endschalter abzunullen.

Homing Offset

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x607C	0	Homing Offset	Integer32	rw	0	Nullpunktverschiebung von der Referenzposition

Homing Method

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6098	0	Homing Method	Integer8	rw	20	Homingverfahren

Unterstützt werden alle in DSP402 V2 definierten Homing Methoden:

1 bis 14: Homing mit Index Impuls (falls vorhanden)
17 bis 30: Homing ohne Index Impuls
33, 34: Homing am Indeximpuls (falls vorhanden)
35: Homing an der aktuellen Position

Methode 1 und 17: Homing am unteren Endschalter (Negative Limit Switch)

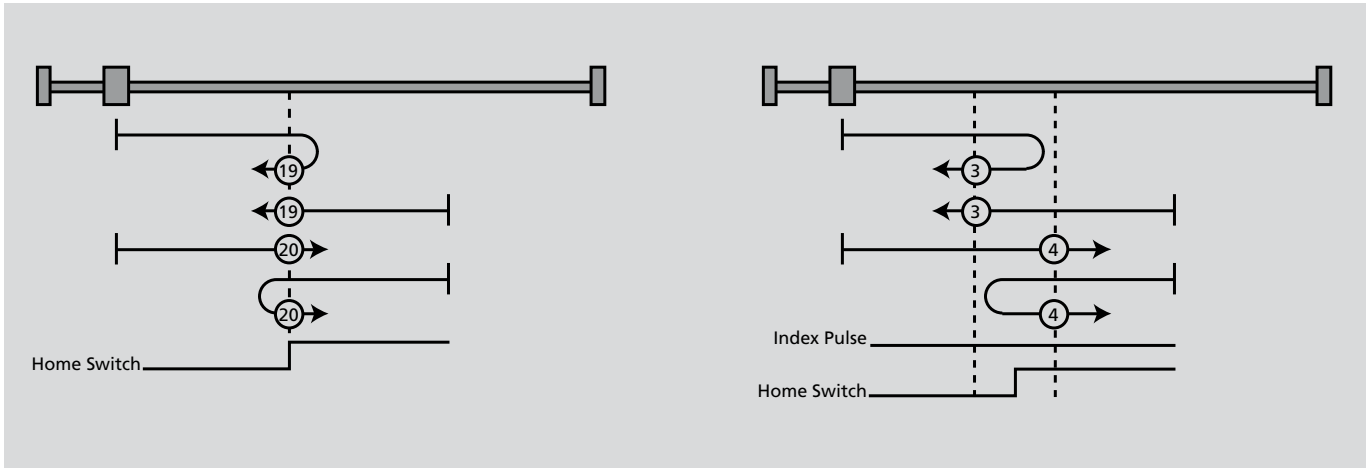
Wenn der Endschalter inaktiv ist, fährt der Antrieb zunächst in Richtung des unteren Endschalters, bis dessen positive Flanke erkannt wurde. Ist der Endschalter aktiv, fährt der Antrieb nach oben aus dem Endschalter heraus, bis die negative Flanke erkannt wurde. Bei Methode 1 wird dann noch auf den nächsten Indeximpuls weiter gefahren, an dem die Home-Position gesetzt wird.

Methode 2 und 18: Homing am oberen Endschalter (Positive Limit Switch)

Wenn der Endschalter inaktiv ist, fährt der Antrieb zunächst in Richtung des oberen Endschalters, bis dessen positive Flanke erkannt wurde. Ist der Endschalter aktiv, fährt der Antrieb nach unten aus dem Endschalter heraus, bis die negative Flanke erkannt wurde. Bei Methode 2 wird dann noch auf den nächsten Indeximpuls weiter gefahren, an dem die Home-Position gesetzt wird.

Methode 3, 4 und 19, 20: Homing an einem positiven Homing-Schalter (Positive Home Switch)

Je nachdem, welchen Zustand der Homing-Schalter hat, fährt der Antrieb entweder in die eine oder die andere Richtung bis zur fallenden (3, 19) oder steigenden (4, 20) Flanke. Dabei gibt es in Richtung des oberen Endschalters nur eine steigende Flanke des Homing-Schalters. Der FAULHABER Parameter HP für den verwendeten Endschalter wird hier gleichzeitig auf 1 (steigende Flanke) gesetzt.



6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Methode 5, 6 und 21, 22:
Homing an einem negativen Homing-Schalter (Negative Home Switch)

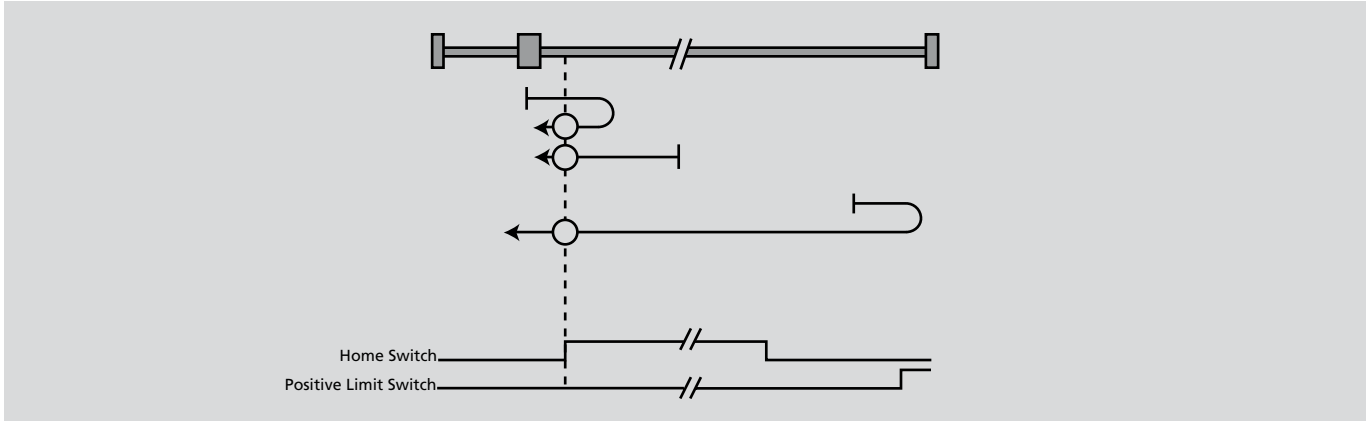
Je nachdem, welchen Zustand der Homing-Switch hat, fährt der Antrieb entweder in die eine oder die andere Richtung bis zur fallenden (5, 21) oder steigenden (6, 22) Flanke. Dabei gibt es in Richtung des oberen Endschalters nur eine fallende Flanke des Homing-Schalters. Der FAULHABER Parameter HP für den verwendeten Endschalter wird hier gleichzeitig auf 0 (fallende Flanke) gesetzt.

Methode 7 bis 14 und 23 bis 30:
Homing am Homing-Schalter (Home Switch)

Diese Methoden verwenden einen Endschalter, der nur in einem bestimmten Bereich des Weges aktiv ist.
Dabei wird unterschieden wie auf die beiden Flanken reagiert werden soll.

Bei den Methoden 7 bis 14 wird nach Detektion der Flanke bis zum Index-Impuls weitergefahren, an dem die Homing-Position dann gesetzt wird.

Methode 7 und 23: Homing an fallender Flanke unten.
Start in positiver Richtung, wenn Schalter inaktiv.



Methode 8 und 24: Homing an steigender Flanke unten.
Start in positive Richtung, wenn Schalter inaktiv.

Methode 9 und 25: Homing an steigender Flanke oben.
Start immer in positiver Richtung.

Methode 10 und 26: Homing an fallender Flanke oben.
Start immer in positiver Richtung.

Methode 11 und 27: Homing an fallender Flanke oben.
Start in negativer Richtung, wenn Schalter inaktiv.

Methode 12 und 28: Homing an steigender Flanke oben.
Start in negativer Richtung, wenn Schalter inaktiv.

Methode 13 und 29: Homing an steigender Flanke unten.
Start immer in negativer Richtung.

Methode 14 und 30: Homing an fallender Flanke unten.
Start immer in negativer Richtung.

Methode 33 und 34: Homing am Index-Impuls
Antrieb fährt in negativer (33) oder positiver (34) Richtung bis zum Indeximpuls.

Methode 35: Der Positionszähler wird an der aktuellen Position abgenullt.

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Homing speed

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6099	0	Number of entries	Unsigned32	ro	2	Nummer der Einträge
	1	Speed during search for switch	Unsigned32	rw	400	Drehzahl bei Schaltersuche
	2	Speed during search for zero	Unsigned32	rw	100	Drehzahl beim Nullpunkt anfahren

Die Angaben erfolgen in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors.

Homing acceleration

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x609A	0	Homing acceleration	Unsigned32	rw	50	Beschleunigung bei der Referenzfahrt

Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Acceleration Factors.

Ablauf einer Homing-Referenzfahrt:

Voraussetzung: NMT-Zustand “Operational”, Antriebszustand “Operation Enabled” und Modes of Operation (0x6060) auf Homing Mode (6) gesetzt.

1. Homing Method (0x6098), Homing Speed (0x6099) und Homing Acceleration (0x609A) auf den gewünschten Wert einstellen.
2. Im Controlword Bit 4 (*Homing operation start*) auf ”1” setzen, zum Starten der Referenzfahrt.
3. Antrieb antwortet mit Bit 12 (*Homing attained*) im Statusword gesetzt, wenn die Referenzfahrt beendet ist. Tritt ein Fehler während der Referenzfahrt auf, so wird Bit 13 (*Homing Error*) im Statusword gesetzt.

Eine laufende Referenzfahrt kann durch schreiben einer ”0” auf Bit 4 im Controlword unterbrochen werden.

6.3.5 Position Control Function

Die Objekte dieses Bereiches dienen der Überwachung des Positionierbetriebs.

Position Demand Value

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6062	0	position demand value	Integer32	ro	0	Vorgabewert für Sollposition

Position Actual Value

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6063	0	position actual value	Integer32	ro	0	Aktuelle Istposition (Inkremente)

Ausgegeben werden die internen Encoder-Inkremente. Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando POS.

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Position Actual Value

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6064	0	position actual value	Integer32	ro	0	Aktuelle Istposition (skaliert)

Die Ausgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Position Factors.

Position Window

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6067	0	position window	Unsigned32	rw	40	Zielpositionsfenster

Symmetrischer Bereich um die Sollposition, der für die Meldung “Target Reached” verwendet wird.
Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Position Factors.
Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando CORRIDOR.

Position Window Time

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6068	0	position window time	Unsigned16	rw	200	Zeit im Zielpositionsfenster

Wenn der Antrieb mindestens die hier eingestellte Zeit in Millisekunden im Bereich des Position Window verweilt, wird das Bit 10 im Statusword (Target Reached) gesetzt.

6.3.6 Profile Velocity Mode

Die Objekte dieses Bereichs stehen für den Drehzahlregelbetrieb zur Verfügung.

Velocity sensor actual value

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6069	0	velocity sensor actual value	Integer32	ro	0	Aktueller Drehzahlwert

Die Ausgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors.
Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando GN.

Velocity demand value

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x606B	0	velocity demand value	Integer32	ro	0	Solldrehzahl

Die Ausgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors.
Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando GV.

Velocity actual value

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x606C	0	velocity actual value	Integer32	ro	0	Aktueller Drehzahlwert

Gleicher Wert wie unter 0x6069, bei Verwendung der integrierten analogen Hallsensoren zur Drehzahlerfassung.
Die Ausgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors.
Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando GN.

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Velocity Window

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x606D	0	velocity window	Unsigned16	rw	20	Enddrehzahlfenster

Drehzahlbereich um die Solldrehzahl, der zum Erkennen der erreichten Solldrehzahl verwendet wird. Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors.

Velocity Window Time

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x606E	0	velocity window time	Unsigned16	rw	200	Zeit im Enddrehzahlfenster

Wenn der Antrieb mindestens die hier eingestellte Zeit in Millisekunden im Drehzahlbereich des Velocity Window verweilt, wird das Bit 10 im Statusword (Target Reached) gesetzt.

Velocity Threshold

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x606F	0	velocity threshold	Unsigned16	rw	20	Drehzahlschwellwert

Drehzahlbereich um 0, der zur Stillstandserkennen verwendet wird. Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors.

Velocity Threshold Time

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6070	0	velocity threshold time	Unsigned16	rw	0	Zeit unter Drehzahlschwellwert

Wenn der Antrieb mindestens die hier eingestellte Zeit in Millisekunden unter dem Drehzahlschwellwert verweilt, wird das Bit 12 im Statusword (Speed=0) gesetzt.

Target Velocity

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60FF	0	target velocity	Integer32	rw	0	Solldrehzahl

Target Velocity ist die Solldrehzahl für den Drehzahlregler. Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors. Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando V.

Velocity Control Parameter Set

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60F9	0	number of entries	Unsigned16	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	gain	Unsigned16	rw	s.A.	Drehzahlregler P-Anteil
	2	integration time constant	Unsigned16	rw	s.A.	Drehzahlregler I-Anteil

Parameter des Drehzahlreglers.
Das Objekt entspricht den FAULHABER Kommandos POR und I.

6.3.7 Common Entries

Drive Data

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6510	0	number of entries	Unsigned8	ro	1	Anzahl Objekteinträge
	1	motor type	Signed32	rw	8	Eingestellter Motortyp 0…9 BL-Motor –1 DC-Motor

Der Motortyp, auf den die Steuerung eingestellt ist, kann hier abgefragt oder eingestellt werden (MCDC: nur Lesen möglich). Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando MOTTYP/GMOTTYP.

6 Parameter-Beschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofiles DSP402

Auch die Einstellung der Beschleunigung in Objekt 0x6083 (Kapitel **Profile Position Mode**) ist für den Drehzahlregelmodus beim Ändern der Drehzahlvorgabe in beide Richtungen gültig!

Antrieb drehzahlgeregelt starten:

Voraussetzung: NMT-Zustand “Operational”, Antriebszustand “Operation Enabled” und Modes of Operation (0x6060) auf Profile Velocity Mode (3) gesetzt.

Target Velocity (0x60FF) auf den gewünschten Drehzahlwert setzen.

Drehzahlgeregelten Antrieb stoppen:

Target Velocity (0x60FF) auf Drehzahlwert 0 setzen oder im Controlword Bit 3 auf 0 setzen (“Disable Operation”).

6 Parameter-Beschreibung

6.4 FAULHABER Kommandos

Mit den FAULHABER Kommandos lässt sich auf sehr einfache Art und Weise der Antrieb konfigurieren und steuern. Alle unterstützten ASCII-Befehle der seriellen Variante stehen als CAN-Telegramm auf PDO2 zur Verfügung, das erste Byte enthält dabei immer den HEX-Wert des Kommandos, die folgenden 4 Byte können Daten enthalten:

RxPDO2: FAULHABER Kommando

11-Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten				
0x300 (768D) + Node-ID	Kommando	LLB	LHB	HLB	HHB

Für die Konfiguration des Antriebs über den FAULHABER Kanal muss sich das Gerät im NMT-Zustand "Operational" befinden.
Ein Teil der Parameter kann auch über das Objektverzeichnis eingestellt werden, andere aber nur über den FAULHABER Kanal.

Einige Parameter können nur in der FAULHABER Betriebsart *Modes of operation* = -1 (Objekt 0x6060 oder Befehl OPMOD) eingestellt und verwendet werden, da sie direkten Einfluss auf das Antriebsverhalten haben.

Das Antwortverhalten der FAULHABER-Kommandos hängt von der Einstellung des transmission type von TxPDO2 (OV-Index 0x1801) ab:

a.) transmission type = 253

Nach dem Senden des Kommandos auf RxPDO2 muss ein Request (RTR) auf TxPDO2 durchgeführt werden, um die Antwort von Abfragebefehlen zu erhalten oder um den Erfolg von Sendebefehlen zu überprüfen.

b.) transmission type = 255

Die Kommandos werden sofort auf TxPDO2 quittiert. Zurückgegeben werden immer 6 Byte, wobei das erste Byte das Kommando angibt und die folgenden 4 Byte den gewünschten Wert als Long Integer (bei reinen Sendebefehlen 0) gefolgt von einem Fehlercode:

TxPDO2: FAULHABER Daten

11-Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten					
0x280 (640D) + Node-ID	Kommando	LLB	LHB	HLB	HHB	Error

Error	Erläuterung
1	Befehl erfolgreich ausgeführt
-2	EEPROM writing done
-4	Overtemperature – drive disabled
-5	Invalid parameter
-7	Unknown command
-8	Command not available
-13	Flash defect

Beispiel:

Abfrage der Istposition von Knoten 3 (Kommando "POS"):

Transmit Id 303: 40 00 00 00 00
Request Id 283
Receive Id 283: 40 A0 86 01 00 01

➔ Istposition = 100000D

6 Parameter-Beschreibung

6.4 FAULHABER Kommandos

6.4.1 Befehle zur Grundeinstellung

Die hier aufgeführten Befehle dienen zur Konfiguration von Grundeinstellungs-Parametern, die über den Befehl SAVE / EEPSAV in den Flash-Datenspeicher gespeichert, und von dort nach dem Einschalten wieder geladen werden.

6.4.1.1 Befehle für spezielle FAULHABER Betriebsarten

Verfügbar nur im FAULHABER Modus (*Modes of operation* = OPMOD = -1)

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
OPMOD	0xFD	0	Operation Mode	CANopen Betriebsmodus: -1: FAULHABER Modus 1: Profile Position Mode 3: Profile Velocity Mode 6: Homing Mode Entspricht Objekt 0x6060 (modes of operation)
SOR	0x8E	0-3	Source For Velocity	Quelle für Drehzahlvorgabe 0: CAN-Schnittstelle (Default) 1: Spannung am Analogeingang 2: PWM-Signal am Analogeingang 3: Strombegrenzungswert über Analogeingang
CONTMOD	0x06	0	Continuous Mode	Von einem erweiterten Modus auf Normalbetrieb zurückschalten
STEPMOD	0x46	0	Steppermotor Mode	Umschalten auf Schrittmotor Modus
APCMOD	0x02	0	Analog Position Control Mode	Umschalten auf Positionsregelung über Analogspannung
ENCMOD	0x10	0	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus (nicht bei MCDC). Ein externer Impulsgeber dient als Lagegeber (Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt)
HALLSPEED	0x3B	0	Hallsensor as Speedsensor	Drehzahl über Hallsensoren im Encoder Modus (nicht bei MCDC)
ENCSPEED	0x12	0	Encoder as Speedsensor	Drehzahl über Encodersignale im Encoder Modus (nicht bei MCDC)
GEARMOD	0x1D	0	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus
VOLTMOD	0x49	0	Set Voltage Mode	Spannungssteller-Modus aktivieren
IXRMOD	0x50	0	Set IxR Mode	IxR-Regelung aktivieren (nur MCDC)

6 Parameter-Beschreibung

6.4 FAULHABER Kommandos

6.4.1.2 Parameter für Grundeinstellungen

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
ENCRES	0x70	Wert	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden. Wertebereich: 0 bis 65535 (4-fach Imp/Umdr)
MOTTYP	0x84	0-9	BL Motor Type	Einstellung auf angeschlossenen BL-Motor (nur MCBL). 0: BL-Sondermotor gem. KN und RM 1: 1628T012B K1155 2: 1628T024B K1155 3: 2036U012B K1155 4: 2036U024B K1155 5: 2444S024B K1155 6: 3056K012B K1155 7: 3056K024B K1155 8: 3564K024B K1155 9: 4490H024B K1155
KN	0x9E	Wert	Load Speed Constant	Drehzahlkonstante K_n laden gemäß Angaben im Datenblatt. Einheit: rpm/V. (Nur notwendig für MOTTYP0 oder DC-Motor)
RM	0x9F	Wert	Load Motor Resistance	Motorwiderstand R_M laden gemäß Angabe im Datenblatt. Einheit: mOhm. (Nur notwendig für MOTTYP0 oder DC-Motor)
STW	0x77	Wert	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus Wertebereich: 0...65535
STN	0x64	Wert	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro Umdrehung laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus Wertebereich: 0...65535
MV	0x85	Wert	Minimum Velocity	Vorgabe der kleinsten Drehzahl in rpm bei Drehzahlvorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) Wertebereich: 0...32767
MAV	0x83	Wert	Minimum Analog Voltage	Vorgabe der minimalen Startspannung in mV bei Drehzahlvorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) Wertebereich: 0...10000
ADL	0x00	0	Analog Direction Left	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Linksdrehung des Rotors (SOR1, SOR2)
ADR	0x01	0	Analog Direction Right	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Rechtsdrehung des Rotors (SOR1, SOR2)
SIN	0xA0	0-1	Sinus Commutation	1: Keine Blockkommutierung im oberen Drehzahlbereich (Default) 0: Blockkommutierung im oberen Drehzahlbereich (Vollaussteuerung) (nicht bei MCDC)

6 Parameter-Beschreibung

6.4 FAULHABER Kommandos

6.4.1.3 Allgemeine Parameter

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
LL	0xB5	Wert	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (aus diesen Limits kann nicht herausgefahren werden). Positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL1 ist. Wertebereich: $-1{,}8 \cdot 10^9$ ... $+1{,}8 \cdot 10^9$ Entspricht Objekt 0x607D
APL	0x03	0-1	Activate / Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten). 1: Positionslimits aktiviert. 0: Positionslimits deaktiviert
SP	0x8F	Wert	Load Maximum Speed	Maximaldrehzahl laden. Wertebereich: 0 bis 32767 rpm. Einstellung gilt für alle Modi. Entspricht Objekt 0x607F
AC	0x65	Wert	Load Command Acceleration	Beschleunigungswert laden. Wertebereich: 0 bis 30000 U/s^2. Entspricht Objekt 0x6083
DEC	0x6D	Wert	Load Command Deceleration	Bremswert laden. Wertebereich: 0 bis 30000 U/s^2. Entspricht Objekt 0x6084
SR	0xA4	Wert	Load Sampling Rate	Abtastrate des Drehzahlreglers als Vielfaches von 100 µs laden. Wertebereich: 1...20 ms/10
POR	0x89	Wert	Load Velocity Proportional Term	Drehzahlreglerverstärkung laden. Wertebereich: 1…255. Entspricht Objekt 0x60F9
I	0x7B	Wert	Load Velocity Integral Term	Drehzahlreglerintegralanteil laden. Wertebereich: 1…255. Entspricht Objekt 0x60F9
PP	0x9B	Wert	Load Position Proportional Term	Lagereglerverstärkung laden. Wertebereich: 1…255. Entspricht Objekt 0x60FB
PD	0x9C	Wert	Load Position Differential Term	Lageregler D-Anteil laden. Wertebereich: 1…255. Entspricht Objekt 0x60FB
CI	0xA2	Wert	Load Current Integral Term	Integralanteil für Stromregler laden. Wertebereich: 1…255.
LPC	0x81	Wert	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden. Wertebereich: 0 bis 12000 mA
LCC	0x80	Wert	Load Continuous Current Limit	Dauerstrom laden Wertebereich: 0 bis 12000 mA
DEV	0x6F	Wert	Load Deviation	Größte zulässige betragsmäßige Abweichung der Istdrehzahl von der Solldrehzahl (Deviation) laden Wertebereich: 0...32767
CORRIDOR	0x9D	Wert	Load Corridor	Fenster um die Zielposition. Wertebereich: 0...65535 Entspricht Objekt 0x6067

6 Parameter-Beschreibung

6.4 FAULHABER Kommandos

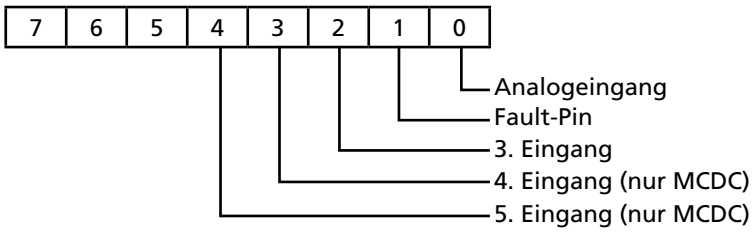
6.4.1.4 Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
ERROUT	0x14	0	Error Output	Fault-Pin als Fehlerausgang
ENCOUT	0x11	0	Encoder Output	Fault-Pin als Impulsausgang (nicht bei MCDC)
DIGOUT	0x0A	0	Digital Output	Fault-Pin als Digitalausgang. Der Ausgang wird auf low Pegel gesetzt
DIRIN	0x0C	0	Direction Input	Fault-Pin als Drehrichtungseingang
REFIN	0x41	0	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang
DCE	0x6B	Wert	Delayed Current Error	Verzögerter Fehlerausgang bei ERROUT in 1/100 Sek. Wertebereich: 0...65535
LPN	0x82	Wert	Load Pulse Number	Impulszahl vorgeben bei ENCOUT Wertebereich: 1…255
CO	0x05	0	Clear Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf low Pegel setzen
SO	0x45	0	Set Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf high Pegel setzen
TO	0x55	0	Toggle Output	Digitalen Ausgang DIGOUT umschalten
SETPLC	0x51	0	Set PLC-Inputs	Digitale Eingänge SPS-Kompatibel (24 V-Pegel)
SETTTL	0x52	0	Set TTL-Inputs	Digitale Eingänge TTL-Kompatibel (5 V-Pegel)

6.4.1.5 Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter im FAULHABER Modus

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
HP	0x79	Wert	Hard Polarity	Gültige Flanke bzw. Polarität der jeweiligen Endschalter festlegen: 1: Steigende Flanke bzw. High Pegel gültig. 0: Fallende Flanke bzw. Low Pegel gültig.
HB	0x73	Wert	Hard Blocking	Hard-Blocking Funktion für entsprechenden Endschalter aktivieren.
HD	0x74	Wert	Hard Direction	Vorgabe der Drehrichtung, die bei HB des jeweiligen Endschalters gesperrt wird. 1: Rechtslauf gesperrt 0: Linkslauf gesperrt
SHA	0x8A	Wert	Set Home Arming for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Positionswert auf 0 setzen.
SHL	0x90	Wert	Set Hard Limit for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen.
SHN	0x9A	Wert	Set Hard Notify for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Nachricht an Master senden (Statusword Bit14=1).
HOSP	0x78	Wert	Load Homing Speed	Drehzahl und Drehrichtung für Referenzfahrt (GOHOSEQ, GOHIX, GOIX) laden. Wertebereich: –32767 bis 32767 rpm
HA	0x72	Wert	Home Arming	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Positionswert auf 0 setzen und entsprechendes HA-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HL	0x75	Wert	Hard Limit	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen und entsprechendes HL-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HN	0x76	Wert	Hard Notify	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Nachricht an Master senden (Statusword Bit14=1) und entsprechendes HN-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.

Bitmaske der Endschalter:



6 Parameter-Beschreibung

6.4 FAULHABER Kommandos

6.4.2 Abfragebefehle für Grundeinstellungen

6.4.2.1 Betriebsarten und allgemeine Parameter

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
GOPMOD	0xFE	0	Get Operation Mode	Aktueller CANopen Betriebsmodus anzeigen: -1: FAULHABER Modus 1: Profile Position Mode 3: Profile Velocity Mode 6 : Homing Mode Entspricht Objekt 0x6061 (modes of operation display)
CST	0x58	0	Configuration Status	Eingestellte Betriebsart. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-2, reserviert Bit 3-4, Drehzahlvorgabe: 0: SOR0 (CAN-Schnittstelle) 1: SOR1 (Analogspannung) 2: SOR2 (PWM-Signal) 3: SOR3 (Strombegrenzungswert) Bit 5-6, reserviert Bit 7-9, FAULHABER Modus: 0: CONTMOD 1: STEPMOD 2: APCMOD 3: ENCMOD / HALLSPEED 4: ENCMOD / ENCSPEED 5: GEARMOD 6: VOLTMOD 7: IXRMOD Bit 10, Leistungsverstärker: 0: Disabled (DI) 1: Enabled (EN) Bit 11, Positionsregler: 0: Ausgeschaltet 1: Eingeschaltet Bit 12, Analog Drehrichtung: 0: ADL 1: ADR Bit 13, Position Limits APL: 0: deaktiviert 1: aktiviert Bit 14, Sinuskommutierung SIN: 0: Blockkommutierung zulassen 1: Keine Blockkommutierung zulassen

6 Parameter-Beschreibung

6.4 FAULHABER Kommandos

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
GMOD	0x28	0	Get Mode	Eingestellter FAULHABER Modus: 0: CONTMOD 1: STEPMOD 2: APCMOD 3: ENCMOD / HALLSPEED 4: ENCMOD / ENCSPEED 5: GEARMOD 6: VOLTMOD 7: IXRMOD
GENCRES	0x1E	0	Get Encoder Resolution	Eingestellte Impulsgeberauflösung ENCRES
GMOTTYP	0x29	0	Get Motor Type	Eingestellter Motortyp 0-9 (MOTTYP) -1: DC-Motor
GKN	0x4D	0	Get Speed Constant	Drehzahlkonstante für MOTTYP0 oder DC-Motor in rpm/V
GRM	0x4E	0	Get Motor Resistance	Motorwiderstand für MOTTYP0 oder DC-Motor in mOhm
GSTW	0x39	0	Get Step Width	Eingestellte Schrittweite STW
GSTN	0x38	0	Get Step Number	Eingestellte Schrittzahl pro Umdrehung STN
GMV	0x2A	0	Get Minimum Velocity	Eingestellte minimale Drehzahl MV in rpm
GMAV	0x27	0	Get Minimum Analog Voltage	Eingestellter minimaler Startspannungswert MAV in mV
GPL	0x31	0	Get Positive Limit	Eingestellte positive Grenzposition LL Entspricht Objekt 0x607D
GNL	0x2C	0	Get Negative Limit	Eingestellte negative Grenzposition LL Entspricht Objekt 0x607D
GSP	0x36	0	Get Maximum Speed	Eingestellte Maximaldrehzahl SP in rpm. Entspricht Objekt 0x6081
GAC	0x15	0	Get Acceleration	Eingestellter Beschleunigungswert AC in U/s². Entspricht Objekt 0x6083
GDEC	0x1B	0	Get Deceleration	Eingestellter Bremswert DEC in U/s². Entspricht Objekt 0x6084
GSR	0x56	0	Get Sampling Rate	Eingestellte Abtastrate des Drehzahlreglers in ms/10
GPOR	0x33	0	Get Velocity Prop. Term	Eingestellter Verstärkungswert des Drehzahlreglers POR Entspricht Objekt 0x60F9
GI	0x26	0	Get Velocity Integral Term	Eingestellter Integralanteil des Drehzahlreglers I Entspricht Objekt 0x60F9
GPP	0x5D	0	Get Position Prop. Term	Eingestellter Verstärkungswert des Lagereglers PP Entspricht Objekt 0x60FB
GPD	0x5E	0	Get Position D-Term	Eingestellter D-Anteil des Lagereglers PD Entspricht Objekt 0x60FB
GCI	0x63	0	Get Current Integral Term	Eingestellter Integralanteil des Stromreglers CI
GPC	0x30	0	Get Peak Current	Eingestellter Spitzenstrom PC in mA
GCC	0x18	0	Get Continuous Current	Eingestellter Dauerstrom CC in mA
GDEV	0x1C	0	Get Deviation	Eingestellter Deviationswert DEV
GCORRIDOR	0x62	0	Get Corridor	Eingestelltes Fenster um die Zielposition Entspricht Objekt 0x6067

6.4.2.2 Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
IOC	0x5C	0	I/O Configuration	Eingestellte Ein-/Ausgangskonfiguration. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-7, FAULHABER Hard Blocking: 0-7: Funktion aktiv für Eingang 1-3 Bit 8-15, FAULHABER Hard Polarity: 0-7: Steigende Flanke an Eingang 1-3 Bit 16-23, FAULHABER Hard Direction: 0-7: Rechtslauf gesp. an Eingang 1-3 Bit 24, Zustand des Digitalausgangs: 0: Low 1: High Bit 25, Pegel der Digitaleingänge: 0: TTL-Pegel (5V) 1: PLC-PEGEL (24V) Bit 26-28, Funktion des Fehler-Pins: 0: ERROUT 1: ENCOUT 2: DIGOUT 3: DIRIN 4: REFIN
GDCE	0x1A	0	Get Delayed Current Error	Eingestellter Wert der Fehlerausgangsverzögerung DCE
GPN	0x32	0	Get Pulse Number	Eingestellte Impulszahl LPN

6.4.2.3 Konfiguration der Referenzfahrt im FAULHABER Modus

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
HOC	0x5B	0	Homing Configuration	Eingestellte Referenzfahrt-Konfiguration. Rückgabewerte binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-7, SHA-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 8-15, SHN-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 16-23, SHL-Einstellung für Eing. 1-8 (Eing. 6-8: Reserviert)
GHOSP	0x24	0	Get Homing Speed	Eingestellte Referenzfahrt-Drehzahl in rpm

6 Parameter-Beschreibung

6.4 FAULHABER Kommandos

6.4.3 Sonstige Befehle

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
SAVE	0x53	0	Save Parameters, (EEPSAV)	Aktuelle Parameter- und Konfigurationseinstellung ins Flash speichern. Auch beim nächsten Einschalten läuft der Antrieb mit diesen Einstellungen an. Entspricht Objekt 0x1010 Achtung: Befehl darf nicht mehr als 10.000 mal ausgeführt werden, da sonst die Funktion des Flashspeichers nicht mehr gewährleistet werden kann.
RESET	0x59	0	Reset	Antriebsknoten neu starten. Entspricht NMT-Reset Node.
RN	0x44	0	Reset Node	Parameter auf ursprüngliche Werte (ROM-Werte) setzen (Strom, Beschleunigung, Reglerparameter, Maximaldrehzahl, Grenzpositionen,...)
FCONFIG	0xD0	0	Factory Configuration	Sämtliche Konfigurationen und Werte werden auf den Auslieferungszustand zurückgesetzt. Der Antrieb wird nach diesem Befehl deaktiviert. Erst durch erneutem Anschluss der Versorgung wird der Antrieb wieder aktiviert (Mit den ROM-Werten)

6.4.4 Befehle zur Bewegungssteuerung

Die hier aufgeführten Befehle sind nur im FAULHABER Modus (*Modes of operation* = -1) verfügbar.

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
DI	0x08	0	Disable Drive	Antrieb deaktivieren
EN	0x0F	0	Enable Drive	Antrieb aktivieren
M	0x3C	0	Initiate Motion	Lageregelung aktivieren und Positionierung starten
LA	0xB4	Wert	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden Wertebereich: $-1{,}8 \cdot 10^9$ ... $1{,}8 \cdot 10^9$
LR	0xB6	Wert	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen $-2{,}14 \cdot 10^9$ und $2{,}14 \cdot 10^9$ liegen.
V	0x93	Wert	Select Velocity Mode	Drehzahlmodus aktivieren und angegebenen Wert als Solldrehzahl setzen. (Drehzahlregelung) Wertebereich: –32767...32767 rpm
U	0x92	Wert	Set Output Voltage	PWM-Wert im VOLTMOD ausgeben Wertebereich: –32767...32767 (entspricht –Uv...+Uv)
GOHOSEQ	0x2F	0	Go Homing Sequence	FAULHABER Referenzfahrtsequenz ausführen. Unabhängig vom aktuellen Modus wird eine Referenzfahrt durchgeführt (falls diese programmiert ist)
GOHIX	0x2E	0	Go Hall Index	BL-Motor auf Hall-Nullpunkt (Hall-Index) fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen (nicht bei MCDC)
GOIX	0xA3	0	Go Encoder Index	Auf den Encoder-Index am Fault-Pin fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen (DC-Motor oder ext. Encoder)
HO	0xB8	0 / Wert	Define Home-Position	Daten = 0: Istposition auf 0 setzen. Sonst: Istposition auf angegebenen Wert setzen. Wertebereich: $-1{,}8 \cdot 10^9$ ...$1{,}8 \cdot 10^9$

6 Parameter-Beschreibung

6.4 FAULHABER Kommandos

6.4.5 Allgemeine Abfragebefehle

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
POS	0x40	0	Get Actual Position	Aktuelle Istposition Entspricht Objekt 0x6063
TPOS	0x4B	0	Get Target Position	Sollposition der letzten gestarteten Positionierung Entspricht Objekt 0x6062
GV	0x3A	0	Get Velocity	Aktuelle Solldrehzahl in rpm Entspricht Objekt 0x60FF
GN	0x2B	0	Get N	Aktuelle Istdrehzahl in rpm Entspricht Objekt 0x6069
GU	0x5F	0	Get PWM Voltage	Eingestellter PWM-Wert im VOLTMOD
GRU	0x60	0	Get Real PWM Voltage	Aktueller Reglerausgangswert
GCL	0x10	0	Get Current Limit	Aktueller Begrenzungsstrom in mA
GRC	0x34	0	Get Real Current	Aktueller Iststrom in mA
TEM	0x47	0	Get Temperature	Aktuelle Gehäusetemperatur in °C
OST	0x57	0	Operation Status	Aktueller Betriebszustand anzeigen. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0: Referenzfahrt läuft Bit 1-3: Reserviert Bit 4: Strombegrenzung aktiv Bit 5: Deviation Fehler Bit 6: Überspannung Bit 7: Übertemperatur Bit 8: Zustand Eingang 1 Bit 9: Zustand Eingang 2 Bit 10: Zustand Eingang 3 Bit 11: Zustand Eingang 4 Bit 12: Zustand Eingang 5 Bit 13-15: Res. für weitere Eingänge Bit 16: Position erreicht
SWS	0x5A	0	Switch Status	Temporäre Endschaltereinstellungen. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-7: HA-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 8-15: HN-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 16-23: HL-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 24-31: Angabe, welcher Endschalter 1-8 bereits geschaltet hat (wird bei Neueinstellung des jeweiligen Eingangs wieder zurückgesetzt)

7 Anhang

7.1 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Die FAULHABER Motion Controller MCBL 3003/06 C und MCDC 3003/06 C, sowie der 3564K024B CC wurden in Übereinstimmung mit der EMV-Richtlinie 89/336/EWG über die Einhaltung von EMVSchutzanforderungen gemessen und geprüft.

Im Nennbetrieb erfüllt das System die Anforderungen folgender Normen:

EMV Emissionen in den Grenzen der Fachgrundnorm Störaussendung für Industriebereich EN 61000-6-4 (August 2002)

EMV Immunität gemäß der Fachgrundnorm Störfestigkeit für Industriebereich EN 61000-6-2 (August 2002) geprüft für:

- Elektrostatische Entladungen ESD mit 4 kV (Kontaktentladung) bzw. 8 kV (Luftentladung) nach EN 61000-4-2 (Dezember 2001)
- HF-Felder nach EN 61000-4-3 (November 2003)
- Schnelle Transienten nach EN 61000-4-4 (Juli 2002)
- Stoßspannungen nach EN 61000-4-5 (Dezember 2001)
- leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder nach EN 61000-4-6 (Dezember 2001)
- Magnetfeld mit energietechnischen Frequenzen nach EN 61000-4-8 (Dezember 2001)

Für die Einhaltung der Anforderungen sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

- Betrieb entsprechend den technischen Daten und der Bedienungsanleitung
- Die Versorgungsleitung muss, möglichst nahe an der Steuerung, mit zwei Windungen durch ein geeignetes Ferritrohr geführt werden (z. B. Würth Elektronik Nr.: 742 700 90)

Unterstützende Maßnahmen für leitungsgebundene Störungen: Zur Einhaltung der Grenzwerte auf der DC-Anschlussleitung, die nach oben genannter Norm (EN 61000-6-4) für Netzwechselstromanschlüsse vorgeschrieben sind, werden weitere Entstörmaßnahmen erforderlich. In die Versorgungsleitung muss zusätzlich zum Ferritrohr, möglichst nahe an der Steuerung, eine stromkompensierte Drossel (z. B. Würth Elektronik Nr.: 744 825 605) mit Elektrolytkondensator 470 µF eingebaut werden.

7.1.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Einheiten werden unter Beachtung der einschlägigen Normen entwickelt, gefertigt, geprüft und dokumentiert.

Bei bestimmungsgemäßem Gebrauch gehen von den Einheiten keine Gefahren für Personen oder Sachen aus. Bestimmungsgemäßer Gebrauch setzt voraus, dass die Einheiten ausschließlich in der hier beschriebenen Weise eingesetzt und alle Sicherheitshinweise und Vorschriften beachtet werden.

Zum bestimmungsgemäßen Gebrauch gehört es auch, bei der Anwendung der Einheiten die einschlägigen Vorschriften bezüglich der Sicherheit (Maschinenrichtlinie) und der Funkentstörung (EMV-Richtlinie) zu beachten.

Elektronische Geräte sind grundsätzlich nicht ausfallsicher. Der Anwender muss dafür sorgen, dass bei Ausfall des Gerätes der Antrieb in einen sicheren Zustand geführt wird.

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG haftet nicht für direkte oder Folgeschäden, die sich aus dem Missbrauch der Einheiten ergeben.

7.1.2 CE-Kennzeichnung

Die Geräte erfüllen die Vorgaben nach DIN EN 61000-6-2 in Bezug auf Störfestigkeit Industriebereich und nach DIN EN 61000-6-4 in Bezug auf Störaussendung Industriebereich.

Zur Einhaltung der Maschinenrichtlinie muss ggf. ein Berührschutz um die Einheiten vorgesehen werden. Je nach Belastung können an der Geräteoberfläche Temperaturen über 85 °C auftreten.

Anforderungen aus der Niederspannungsrichtlinie treten nicht auf, da die Betriebsspannung zu keinem Zeitpunkt 50 V und mehr erreichen darf.

Um die für die CE-Kennzeichnung notwendigen Normen zu erfüllen, dürfen die Leitungslängen vom und zum Motion Controller 3 Meter nicht überschreiten. Sämtliche Anschlussleitungen müssen dem Stand der Technik und allen weiteren Anschluss- und Einbauvorschriften in dieser Beschreibung entsprechen.

Zur Einhaltung spezieller Anforderungen können zusätzliche Beschaltungen und Maßnahmen wie z. B. Ferritrohr, Suppressordioden, Schirmanbindung notwendig werden.

7 Anhang

7.2 Konfiguration im Auslieferungszustand

Nachfolgend sind die Konfigurationsparameter aufgeführt, mit denen die Einheiten standardmäßig ausgeliefert werden. Diese Einstellungen können auch jederzeit über den Befehl FCONFIG mit anschließendem Hardware-Reset neu geladen werden.

Die Defaultwerte der hier nicht aufgeführten CANopen-Objekte entnehmen Sie bitte der Parameter-Beschreibung. Baudrate und Node-ID sind jeweils auf 0xFF eingestellt, also automatische Baudratenerkennung und ungültige Knoten Nummer.

3564K024B CC:

FAULHABER Befehl	CANopen-Objekt	Beschreibung
CONTMOD		Normalbetrieb
APL0		Positionslimits deaktiviert
SOR0		Drehzahlvorgabe über CAN
MOTTYP8		Motortyp 3564K024B K1155
ERROUT		Fault-Pin = Fehlerausgang
HP7		Alle Eingänge reagieren auf steigende Flanke
HB0, HD0		Kein Hard-Blocking-Endschalter definiert
HOSP100		Homing Speed = 100 rpm
SHA0, SHL0, SHN0		Keine FAULHABER Referenzfahrt definiert
ADR		Analog-Drehrichtung rechts
LPC8000		Spitzenstrombegrenzung = 8 A
LCC2800		Dauerstrombegrenzung = 2,8 A
AC30000	0x6083	Beschleunigung = 30000 U/s²
DEC30000	0x6084	Bremsrampe = 30000 U/s²
SR1		Abtastrate = 100 µs
I40	0x60F9	I-Anteil des Drehzahlreglers
POR8	0x60F9	P-Anteil des Drehzahlreglers
PP12	0x60FB	P-Anteil des Lagereglers
PD6	0x60FB	D-Anteil des Lagereglers
CI50		I-Anteil des Stromreglers
SP12000	0x607F	Begrenzung der Maximal-drehzahl auf 12000 rpm
MV0		Kleinste Analogdrehzahl
MAV25		Kleinste Analogspannung
LL1800000000	0x607D	Obere Positionierbereichsgrenze
LL-1800000000	0x607D	Untere Positionierbereichsgrenze
LPN16		Zahlenwert für Impulsausgang
STW1		Schrittweite für Spezialbetrieb
STN1000		Schrittzahl für Spezialbetrieb
ENCRES2048		Auflösung von externem Encoder
DEV30000		Deviation-Fehler nicht überwachen
DCE200		Fehlerverzögerung 2 Sek.
CORRIDOR20	0x6067	Zielkorridor bei Positionierungen
SIN1		Blockkommutierung nicht zulassen
SETPLC		Digitale Eingänge SPS-kompatibel
OPMOD1	0x6060	Betriebsart: “Profile Position Mode”
DI		Leistungsendstufe deaktiviert
V0		Drehzahlsollwert = 0 rpm

MCBL 3003/06 C:

FAULHABER Befehl	CANopen-Objekt	Beschreibung
CONTMOD		Normalbetrieb
APL0		Positionslimits deaktiviert
SOR0		Drehzahlvorgabe über CAN
MOTTYP5		Motortyp 2444S024B K1155
ERROUT		Fault-Pin = Fehlerausgang
HP7		Alle Eingänge reagieren auf steigende Flanke
HB0, HD0		Kein Hard-Blocking-Endschalter definiert
HOSP100		Homing Speed = 100 rpm
SHA0, SHL0, SHN0		Keine FAULHABER Referenzfahrt definiert
ADR		Analog-Drehrichtung rechts
LPC5000		Spitzenstrombegrenzung = 5 A
LCC1370		Dauerstrombegrenzung = 1,37 A
AC30000	0x6083	Beschleunigung = 30000 U/s²
DEC30000	0x6084	Bremsrampe = 30000 U/s²
SR1		Abtastrate = 100 µs
I40	0x60F9	I-Anteil des Drehzahlreglers
POR7	0x60F9	P-Anteil des Drehzahlreglers
PP16	0x60FB	P-Anteil des Lagereglers
PD9	0x60FB	D-Anteil des Lagereglers
CI50		I-Anteil des Stromreglers
SP30000	0x607F	Begrenzung der Maximaldrehzahl auf 30000 rpm
MV0		Kleinste Analogdrehzahl
MAV25		Kleinste Analogspannung
LL1800000000	0x607D	Obere Positionierbereichsgrenze
LL-1800000000	0x607D	Untere Positionierbereichsgrenze
LPN16		Zahlenwert für Impulsausgang
STW1		Schrittweite für Spezialbetrieb
STN1000		Schrittzahl für Spezialbetrieb
ENCRES2048		Auflösung von externem Encoder
DEV30000		Deviation-Fehler nicht überwachen
DCE200		Fehlerverzögerung 2 Sek.
CORRIDOR20	0x6067	Zielkorridor bei Positionierungen
SIN1		Blockkommutierung nicht zulassen
SETPLC		Digitale Eingänge SPS-kompatibel
OPMOD1	0x6060	Betriebsart: “Profile Position Mode”
DI		Leistungsendstufe deaktiviert
V0		Drehzahlsollwert = 0 rpm

7 Anhang

7.2 Konfiguration im Auslieferungszustand

MCDC 3003/06 C:

FAULHABER Befehl	CANopen-Objekt	Beschreibung
CONTMOD		Normalbetrieb
APL0		Positionslimits deaktiviert
SOR0		Drehzahlvorgabe über CAN
ERROUT		Fault-Pin = Fehlerausgang
HP31		Alle Eingänge reagieren auf steigende Flanke
HB0, HD0		Kein Hard-Blocking-Endschalter definiert
HOSP100		Homing Speed = 100 rpm
SHA0, SHL0, SHN0		Keine FAULHABER Referenzfahrt definiert
ADR		Analog-Drehrichtung rechts
LPC10000		Spitzenstrombegrenzung = 10 A
LCC5000		Dauerstrombegrenzung = 5 A
AC30000	0x6083	Beschleunigung = 30000 U/s²
DEC30000	0x6084	Bremsrampe = 30000 U/s²
SR1		Abtastrate = 100 µs
I50	0x60F9	I-Anteil des Drehzahlreglers
POR10	0x60F9	P-Anteil des Drehzahlreglers
PP10	0x60FB	P-Anteil des Lagereglers
PD5	0x60FB	D-Anteil des Lagereglers
CI40		I-Anteil des Stromreglers
SP30000	0x607F	Begrenzung der Maximaldrehzahl auf 30000 rpm
MV0		Kleinste Analogdrehzahl
MAV25		Kleinste Analogspannung
LL1800000000	0x607D	Obere Positionierbereichsgrenze
LL-1800000000	0x607D	Untere Positionierbereichsgrenze
LPN16		Zahlenwert für Impulsausgang
STW1		Schrittweite für Spezialbetrieb
STN1000		Schrittzahl für Spezialbetrieb
ENCRES2048		Auflösung von externem Encoder
DEV30000		Deviation-Fehler nicht überwachen
DCE200		Fehlerverzögerung 2 Sek.
CORRIDOR20	0x6067	Zielkorridor bei Positionierungen
SETPLC		Digitale Eingänge SPS-kompatibel
OPMOD1	0x6060	Betriebsart: “Profile Position Mode”
RM3300		Motorwiderstand = 3,3 Ω
KN398		Drehzahlkonstante = 398 rpm/V
DI		Leistungsendstufe deaktiviert
V0		Drehzahlsollwert = 0 rpm

Notizen

NEU

Bürstenloser DC-Servomotor 50 mNm

mit integriertem Motion Controller und CAN-Schnittstelle

Kombinierbar mit
Getriebe:
30/1, 32/3, 38/1, 38/2

Busnetzwerke:
CANopen Geräte

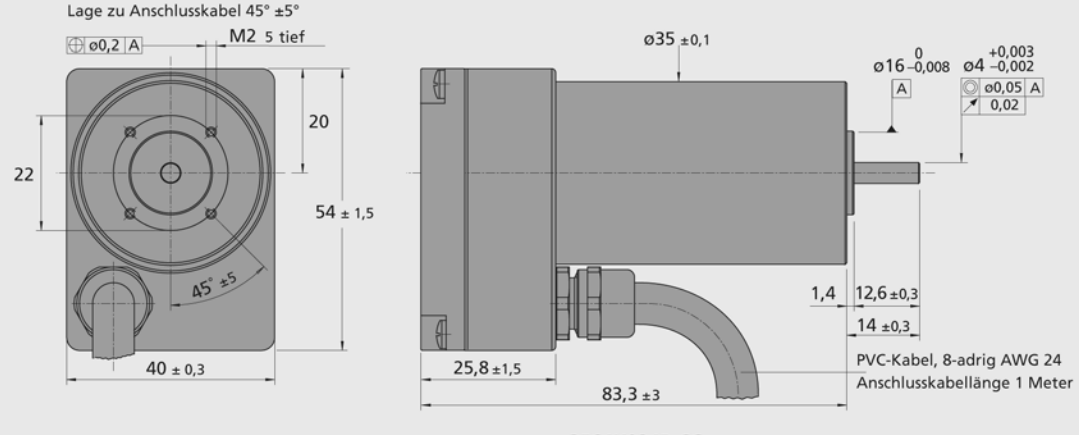
Serie 3564K024B CC

	3564 K		024 B CC	
Nennspannung	U_N		24	Volt
Abgabeleistung	$P_{2\ max.}$		90	W
Wirkungsgrad	$\eta_{max.}$		80	%
Leerlaufdrehzahl	n_o		10 500	rpm
Leerlaufstrom	I_o		0,28	A
Spitzendrehmoment bei 8 A	M_P		160	mNm
Reibungsdrehmoment:				
– statisch	C_o		1,10	mNm
– dynamisch	C_v		$2{,}4 \cdot 10^{-4}$	mNm/rpm
Drehmomentkonstante	k_M		20,2	mNm/A
Stromkonstante	k_I		0,05	A/mNm
Steigung der n-M-Kennlinie	$\Delta n/\Delta M$		31	rpm/mNm
Mechanische Anlaufzeitkonstante	τ_m		11	ms
Rotorträgheitsmoment	J		34	gcm^2
Winkelbeschleunigung	$\alpha_{max.}$		109	$\cdot 10^3 rad/s^2$
Wärmewiderstände	$R_{th\,1}$ / $R_{th\,2}$	2,5 / 6,3		K/W
Thermische Zeitkonstante	τ_{w1} / τ_{w2}	23 / 1 175		s
Betriebstemperaturbereich		– 5 ... + 85		°C
Wellenlagerung		Kugellager, vorgespannt		
Wellenbelastung, max. zulässig:				
– radial bei 3 000 rpm (7,4 mm vom Befestigungsflansch)		108		N
– axial bei 3 000 rpm (auf Druckbelastung)		50		N
– axial im Stillstand (auf Druckbelastung)		131		N
Wellenspiel:				
– radial	≤	0,015		mm
– axial	=	0		mm
Gehäusematerial		Aluminium, schwarz eloxiert		
Gewicht		440		g
Drehrichtung		ansteuerungsbedingt		

Empfohlene Werte				
Drehzahlbereich [1]	n_e		5 - 12 000	rpm
Dauerdrehmoment bis [2]	$M_{e\ max.}$		50	mNm
Thermisch zulässiger Dauerstrom [2]	$I_{e\ max.}$		2,80 [3]	A

[1] Typenleistung 44 Watt bei 8 400 rpm und 50 mNm
[2] Wärmewiderstand $R_{th\,2}$ um 55% reduziert
[3] Auch voreingestellter Wert der Dauerstrombegrenzung. Dieser Wert kann über die Schnittstelle geändert werden.

Abbildungen verkleinert



3564K024B CC

Anschlussbelegung

Litze	Bedeutung
blau	GND
rosa	+ 24 V
braun	Anschluss Nr. 1
weiß	Anschluss Nr. 2
grau	Analog GND
gelb	CAN_L (RS232 RXD)
grün	CAN_H (RS232 TXD)
rot	Anschluss Nr. 3

Achtung:
Polaritätsanschluss beachten. Bei Falschanschluss wird die interne Sicherung ausgelöst. Diese darf nur werkseitig ersetzt werden!

Angaben zu Gewährleistung und Lebensdauer sowie weitere technische Erläuterungen siehe „Technische Informationen".

Änderungen vorbehalten.

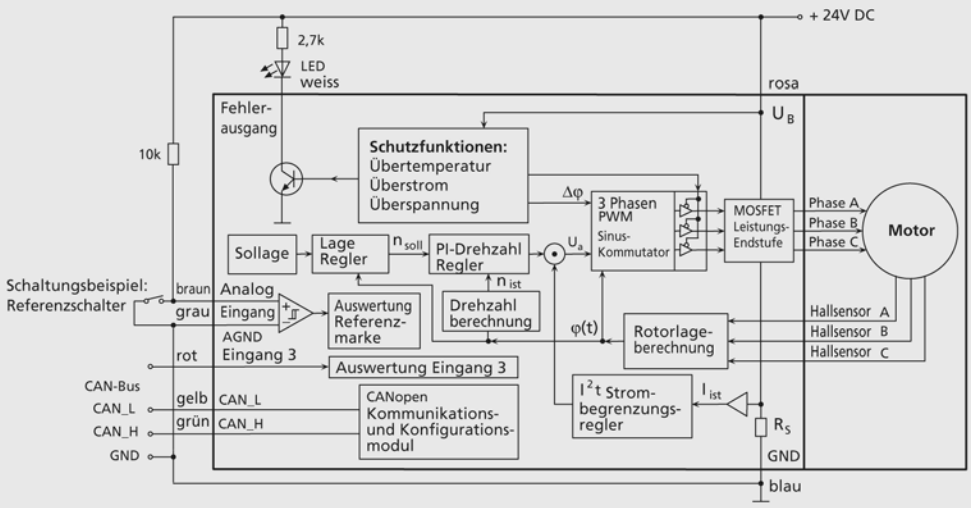
Motion Controller				
Versorgungsspannung [1]	U_B		12 ... 30	V DC
Spitzenstrom [2]	$I_{max.}$		8	A
Ein-/Ausgänge (siehe Anschluss Nr. 1, 2 und 3)			3	
Anschluss Nr. 1 (braun):				
– Analog Eingang für Drehzahlsollwert		Spannungssignal	±10	V
– PWM Eingang für Drehzahlsollwert		Frequenzbereich	100 ... 2 000	Hz
		Tastverhältnis 50%	0	rpm
– Digital Eingang		Eingangswiderstand	5	kΩ
– Externer Encoder	$f_{max.}$		400	kHz
– Schrittfrequenz Eingang	$f_{max.}$		400	kHz
Anschluss Nr. 2 (weiß):				
– Fehlerausgang		kein Fehler	durchgeschaltet nach GND	
– Digital Ausgang		Open collector	max. U_B / 30 mA	
– Digital Eingang		Eingangswiderstand	100	kΩ
Anschluss Nr. 3 (rot):				
– Digital Eingang		Eingangswiderstand	22	kΩ
– Versorgungsspannung Elektronik [1]	U_B		12 ... 30	V DC
Regler:				
– Abtastrate			100	µs
– Auflösung interner Encoder			3 000	pro Umdr.

Der Signalpegel der digitalen Eingänge kann über die Schnittstelle auf TTL umkonfiguriert werden.
Standard (SPS): Low 0...7V / High 12,5V...U_B, TTL: Low 0...0,5V / High 3,5V...U_B

[1] Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuerelektronik ist optional möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen), hierbei entfällt der Digital Eingang, Anschluss 3 (rot).

[2] Voreingestellter Wert. Dieser kann über die Schnittstelle geändert werden.

Anschlussbeispiel Positionsregelung



Angaben zu Gewährleistung und Lebensdauer sowie weitere technische Erläuterungen siehe „Technische Informationen".

Änderungen vorbehalten.

Sinuskommutierter Servomotor mit integriertem Motion Controller

Allgemeine Beschreibung

Der 3564K024B CC integriert einen elektronisch kommutierten DC-Servomotor, einen hochauflösenden **Istwertgeber** und einen programmierbaren **Positions- und Drehzahlregler** mit **CAN-Schnittstelle**, basierend auf einem leistungsfähigen digitalen Signalprozessor (DSP), in einer kompletten Antriebseinheit.

Dieser intelligente EC-Servomotor löst folgende Antriebsaufgaben:

- **Drehzahlregelung** von 5 bis 12 000 rpm bei hohen Anforderungen an Gleichlauf und geringsten Drehmoment-Schwankungen. Ein PI-Regler sorgt für Einhaltung der Solldrehzahlen.
- **Drehzahlprofile** wie z.B. Rampen-, Dreieck- oder Trapezbewegungen können realisiert werden. Ein sanftes Anfahren oder Abbremsen ist problemlos umsetzbar.
- **Positionierbetrieb:** Anfahren von definierten Positionen mit einer Auflösung von 1/3 000 Umdrehung. Erfassen von **Referenzmarken und Endschalter.**
- **Schrittmotorbetrieb, Elektronisches Getriebe** oder Betrieb mit **externem Inkrementalgeber** für hochgenaue Anwendungen.
- **Drehmomentregelung** durch einstellbare Strombegrenzung.
- **Selbstschutz** vor Übertemperatur bei hoher Belastung, vor Überspannung bei Generatorbetrieb und vor Unterspannung.
- **Abspeicherung** der eingestellten Konfiguration.

Zur Umsetzung dieser Aufgaben stehen verschiedene Ein- und Ausgänge zur Verfügung:

- **Sollwerteingang** für die Drehzahlvorgabe.
  Es kann mit Analog- oder PWM Signal gearbeitet werden.
  Der Eingang kann auch ein Referenzmarkensignal einlesen.
  Je nach Modus kann hier auch ein Frequenzsignal oder ein externer Inkrementalgeber angeschlossen werden.
- **Fehlerausgang** (Open Collector).
  Auch als Drehrichtungs- oder Referenzmarkeneingang umprogrammierbar.
- Zusätzlicher **Digitaleingang**.

CAN-Schnittstelle zur Integration in ein CAN-Netzwerk mit Übertragungsraten bis zu 1Mbit/s. Unterstützt wird das CANopen-Kommunikationsprofil nach DS301 V4.02 und DSP402 V2.0 gemäß der CiA-Spezifikation für Slave-Geräte mit folgenden Diensten:

– 1 Server SDO
– 3 Sende PDOs, 3 Empfangs PDOs
– Statisches PDO Mapping
– NMT mit Node Guarding
– Emergency Object

Die Einstellung von Übertragungsrate und Knoten-Nr. erfolgt über das Netzwerk gemäß des LSS-Protokolls nach DSP305 V1.11, zusätzlich ist eine automatische Baudratenerkennung implementiert.

Über einen speziellen FAULHABER PDO-Kanal können außerdem sehr einfach alle Funktionen und Parameter der Antriebseinheit angesprochen werden. Für jedes FAULHABER-Kommando steht ein entsprechendes CAN-Telegramm auf dem PDO-Kanal zur Verfügung, womit die CAN-Einheit analog zur seriellen Variante bedient werden kann. Über die eingebaute Trace-Funktion können Antriebsparameter sehr schnell analysiert werden.

Für Windows 95/98/ME/NT/2K/XP ist die „**FAULHABER Motion Manager**"-Software verfügbar, die die Bedienung und Konfiguration der Einheiten auch über die CAN-Schnittstelle wesentlich vereinfacht und zudem eine grafische Onlineanalysemöglichkeit der Betriebsdaten bietet.

Einsatzgebiete

Durch die integrierte Technik ist der Antrieb mit geringem Verdrahtungsaufwand in vielfältigen Anwendungen einsetzbar. Die flexiblen Anbindungsmöglichkeiten eröffnen ein breites Einsatzgebiet in allen Bereichen, zum Beispiel in dezentralen Systemen der Automatisierungstechnik, sowie in Handling- und Werkzeugmaschinen.

Optionen

Um den 3564K024B CC sofort in Betrieb nehmen zu können, kann zusätzlich eine Adapterplatine bestellt werden.

Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuerelektronik ist optional möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen), hierbei entfällt der 3. Eingang.

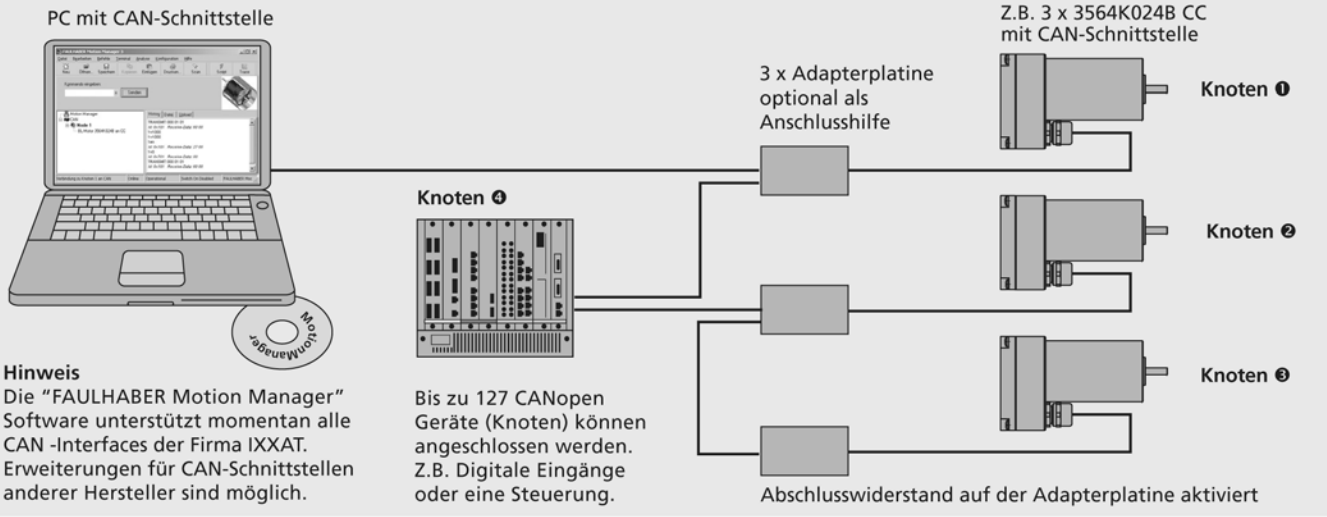
Auf Anfrage ist eine spezielle Vorkonfiguration der Modi und Parameter möglich.

Das Motion Manager-Programm ist auf Anfrage oder im Internet erhältlich.

Hinweis

Dem Bürstenlosen DC-Servomotor ist eine ausführliche Bedienungsanleitung zur Installation und Inbetriebnahme beigelegt.

Anschlussbeispiel



Hinweis
Die "FAULHABER Motion Manager" Software unterstützt momentan alle CAN -Interfaces der Firma IXXAT. Erweiterungen für CAN-Schnittstellen anderer Hersteller sind möglich.

Bis zu 127 CANopen Geräte (Knoten) können angeschlossen werden. Z.B. Digitale Eingänge oder eine Steuerung.

Abschlusswiderstand auf der Adapterplatine aktiviert

Notizen

NEU

Motion Controller

4-Quadranten PWM
mit CAN-Schnittstelle

Kombinierbar mit:
Bürstenlosen DC-Servomotoren
mit Sondernummer K1155

Serie MCBL 3003/06 C

		MCBL 3003 C	MCBL 3006 C	
Versorgungsspannung	U_B	12 ... 30	12 ... 30	V DC
PWM-Schaltfrequenz	f_{PWM}	78,12	78,12	kHz
Wirkungsgrad	η	95	95	%
Max. Dauer-Ausgangsstrom [1]	I_{dauer}	3	6	A
Max. Spitzen-Ausgangsstrom	I_{max}	10	10	A
Stromaufnahme der Elektronik	I_{el}	0,06	0,06	A
Drehzahlbereich		5 ... 30 000	5 ... 30 000	rpm
Regler Abtastrate	N	100	100	µs
Encoderauflösung mit linearen Hallsensoren		≤ 3 000	≤ 3 000	Imp./Umdr.
Auflösung mit externem Encoder		≤ 65 535	≤ 65 535	Imp./Umdr.
Ein-/Ausgänge (teilweise frei konfigurierbar)		3	3	
Betriebstemperaturbereich		0 ... + 70	0 ... + 70	°C
Lagertemperaturbereich		– 25... + 85	– 25 ... + 85	°C
Gehäusematerial		ohne Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert	
Gewicht		18	160	g

[1] bei 22°C Umgebungstemperatur

Beschreibung der Anschlüsse			
Anschluss "CANH", "CANL":		CAN-High / CAN-Low	
Schnittstelle		CAN	
Protokoll		CANopen	
Maximale Übertragungsgeschwindigkeit		1	Mbit/s
Anschluss "AGND":			
– Analog Ground		Analog Bezugsmasse	
– Digitaler Eingang externer Encoder		Kanal B	
	R_{In}	10	kΩ
	f	≤ 400	kHz
Anschluss "Fault":			
– Digitaler Eingang	R_{In}	100	kΩ
– Digitaler Ausgang (open collector)	U	≤ U_B	V
	I	≤ 30	mA
	clear	durchgeschaltet nach GND	
	set	hochohmig	
Fehlerausgang	kein Fehler	durchgeschaltet nach GND	
	Fehler	hochohmig	
Impulsausgang	f	≤ 2	kHz
	Auflösung	1...255	Imp./Umdr.
Anschluss "AnIn":		"AGND" als Bezugsmasse	
– Analoger Eingang Drehzahlsollwert	U_{In}	± 10	V
– Digitaler Eingang PWM für Drehzahlsollwert	f	100 ... 2 000	Hz
	T	50% ≙ 0 rpm	
externer Encoder			
	f	≤ 400	kHz
Schrittfrequenz Eingang	f	≤ 400	kHz
	R_{In}	5	kΩ
Anschluss "+24V":	U_B	12 … 30	V DC
Anschluss "GND":		Masse	
Anschluss "3. In":			
– Digitaler Eingang	R_{In}	22	kΩ
– Versorgungsspannung Elektronik [2]	U_B	12 … 30	V DC

[2] Sonderausführung optional

Änderungen vorbehalten.

Beschreibung der Anschlüsse

Anschluss "Ph A", "Ph B", "Ph C":					
Motoranschluss	Ph A		Phase A	braun [1]	
	Ph B		Phase B	orange [1]	
	Ph C		Phase C	gelb [1]	
		U_{Out}	0 … U_B		V
PWM-Schaltfrequenz		f_{PWM}	78,12		kHz
Anschluss "Hall A", "Hall B", "Hall C":					
Hallsensoreingang	Hall A		Hallsensor A	grün [1]	
	Hall B		Hallsensor B	blau [1]	
	Hall C		Hallsensor C	grau [1]	
		U_{In}	≤ 5		V
Anschluss "SGND":					
Signal GND			Signalmasse	schwarz [1]	
Anschluss "+5V":					
Ausgangsspannung für externen Gebrauch [2]		U_{Out}	5	rot [1]	V DC
Laststrom		I_{Out}	≤ 60		mA

[1] Farbkennung für "Bürstenlose DC-Servomotoren" von FAULHABER
[2] z.B. Hallsensoren

Beschreibung des D-SUB-Steckers

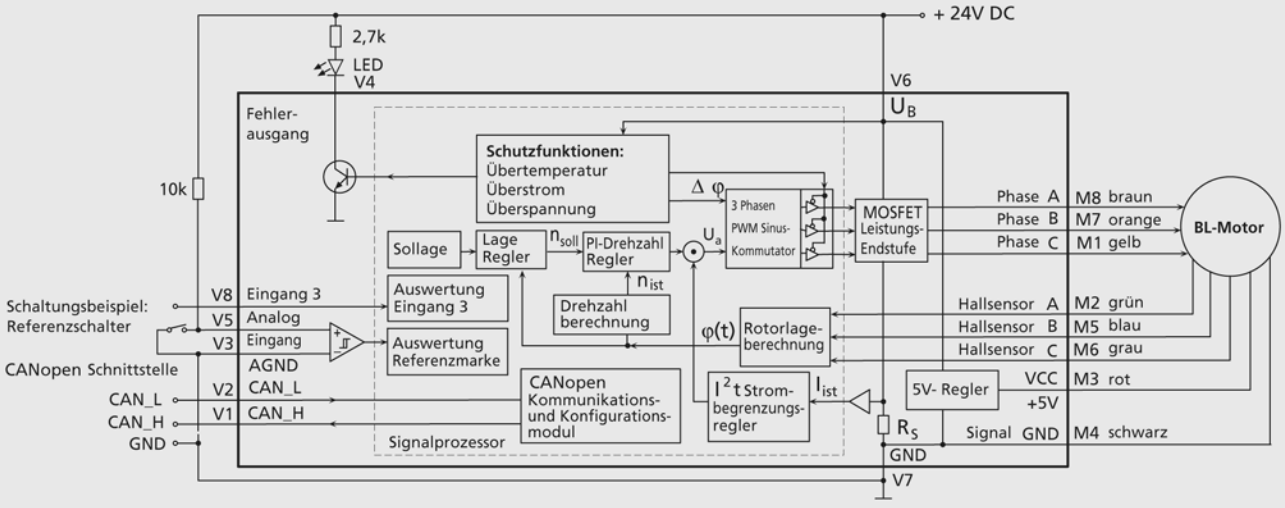
Anschluss D-SUB-Stecker:			
Pin 2	CAN_L		CAN-Low
Pin 3	GND		Ground
Pin 7	CAN_H		CAN-High

Digitale Eingänge Allgemein

- PLC, default	high	12,5 … U_B	V
	low	0 … 7	V
- TTL	high	3,5 … U_B	V
	low	0 … 0,5	V

Der Pegel (PLC oder TTL) der digitalen Eingänge kann über die Schnittstelle konfiguriert werden (siehe Bedienungsanleitung).

Anschlussbeispiel Positionsregelung



Änderungen vorbehalten.

Motion Controller

Allgemeine Beschreibung

Der MCBL 3003/06 C ist für bürstenlose DC-Servomotoren mit linearen Hallsensoren konzipiert. Deshalb sind sehr geringe Drehzahlen und hohe Positionsauflösungen (1/3000 Umdrehungen) ohne zusätzlichen Geber möglich. Die Motoren werden sinusförmig bestromt, so dass über den gesamten Umfang ein konstantes Drehmoment entsteht. Dadurch laufen die Motoren besonders leise und der Wirkungsgrad erhöht sich zusätzlich.

Maxi-Leistung:

- **PI-Drehzahlregler** bei hohen Anforderungen an Gleichlauf und geringsten Drehmoment-Schwankungen.
- **Drehzahlprofile**, wie z.B. Rampen-, Dreieck- oder Trapez-Bewegungen. Auch komplexere Profile sind problemlos umsetzbar.
- **Positionierbetrieb** zum Anfahren von definierten Positionen mit hoher Auflösung. Erfassen von **Referenzmarken und Endschalter**.
- **Betrieb als Drehmomentregler** durch einstellbare Strombegrenzung
- **Erweiterte** Betriebsarten:
  - Schrittmotorbetrieb
  - Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)
  - Analoger Positioniermodus (Positionsregelung auf analoge Spannung)
  - Spannungssteller Modus
  - Analoge Sollstromvorgabe
  - Externer Impulsgeber als Istwertgeber

Modernste Technik im Mini-Format:

- Hoher Wirkungsgrad
- Leistungsverstärker mit sehr hoher PWM-Frequenz
- Power-MOSFETs mit minimalem Einschaltwiderstand
- Einzigartige thermische Schutzeinrichtung bestimmt MOSFET-Siliziumtemperatur
- Leistungsstarker 16-Bit Signalprozessor

Besonders kommunikativ:

- **Sollwerteingang** für die Drehzahlvorgabe. Verarbeitet Analog- sowie PWM-Signale. Der Eingang kann auch für ein Frequenz- oder Referenzmarkensignal verwendet werden.
- **Fehlerausgang** (Open Collector). Auch programmierbar als Drehrichtungs- oder Referenzmarkeneingang.
- Zusätzlicher **Digitaleingang**
- **CANopen Schnittstelle** zur Integration in ein CAN-Netzwerk mit Übertragungsraten bis zu 1Mbit/s.

Programmieren leicht gemacht

Der MCBL 30003/06 C unterstützt das CANopen-Kommunikationsprofil nach DS301 V4.02 und DSP402 V2.0 gemäß der CiA-Spezifikation für Slave-Geräte mit folgenden Diensten:
- 1 Server SDO
- 3 Sende PDOs, 3 Empfangs PDOs
- Statisches PDO Mapping
- NMT mit Node Guarding
- Emergency Object

Die Einstellung von Übertragungsrate und Knoten-Nr. erfolgt über das Netzwerk gemäß des LSS-Protokolls nach DSP305 V1.11, zusätzlich ist eine automatische Baudratenerkennung implementiert. Über einen speziellen FAULHABER PDO-Kanal können außerdem sehr einfach alle Funktionen und Parameter der Antriebseinheit angesprochen werden. Für jedes FAULHABER-Kommando steht ein entsprechendes CAN-Telegramm auf dem PDO-Kanal zur Verfügung, womit die CAN-Einheit analog zur seriellen Variante bedient werden kann.

Für Windows Betriebssysteme ist die **„FAULHABER Motion Manager"** - Software verfügbar. Sie vereinfacht die Bedienung und Konfiguration wesentlich und bietet zudem eine grafische Onlineanalysemöglichkeit der Betriebsdaten.

Einsatzgebiete

Der Motion Controller ist in vielfältigen Anwendungen einsetzbar. Die flexiblen Anbindungsmöglichkeiten eröffnen ein breites Einsatzgebiet in allen Bereichen, zum Beispiel in dezentralen Systemen der Automatisierungstechnik, sowie in Handling- und Werkzeugmaschinen.

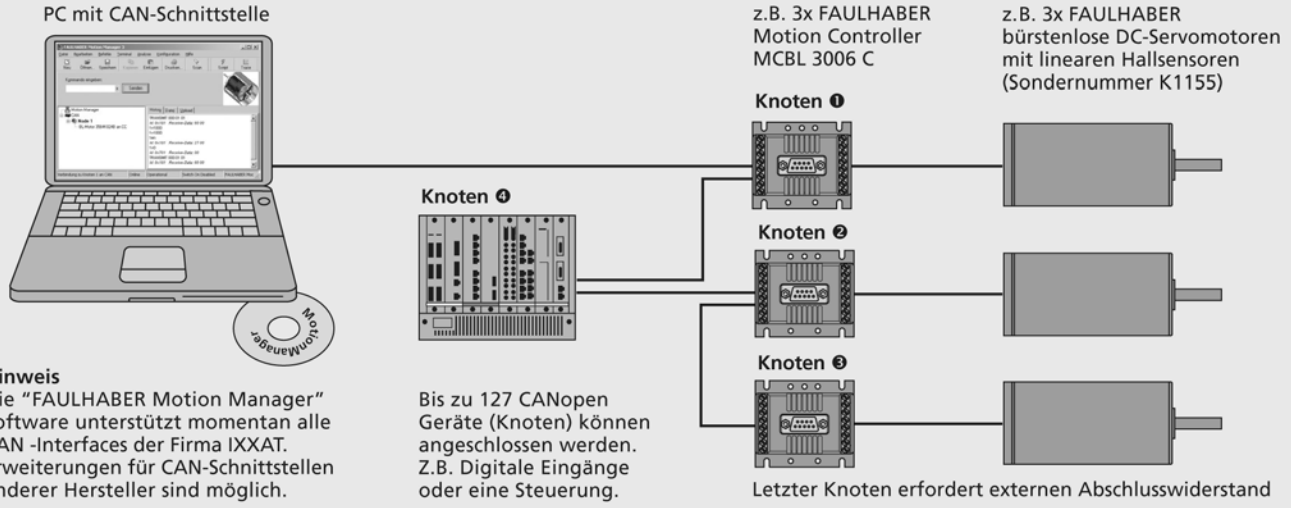
Optionen

- Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuerelektronik ist optional möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen), hierbei entfällt der 3. Eingang.
- Auf Anfrage ist eine spezielle Vorkonfiguration der Modi und Parameter möglich.
- Die **„FAULHABER Motion Manager"** - Software ist auf Anfrage oder im Internet erhältlich.

Hinweis

Dem Motion Controller ist eine ausführliche Bedienungsanleitung zur Installation und Inbetriebnahme beigelegt.

Anschlussbeispiel



Hinweis
Die "FAULHABER Motion Manager" Software unterstützt momentan alle CAN -Interfaces der Firma IXXAT. Erweiterungen für CAN-Schnittstellen anderer Hersteller sind möglich.

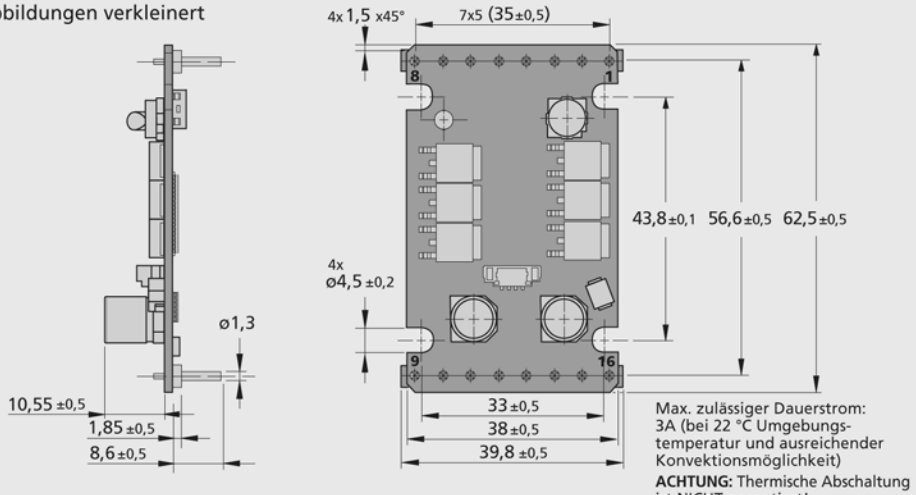
Bis zu 127 CANopen Geräte (Knoten) können angeschlossen werden. Z.B. Digitale Eingänge oder eine Steuerung.

Letzter Knoten erfordert externen Abschlusswiderstand

Änderungen vorbehalten.

Maßzeichnung und Anschlussinformation MCBL 3003 C

Abbildungen verkleinert



Max. zulässiger Dauerstrom: 3A (bei 22 °C Umgebungstemperatur und ausreichender Konvektionsmöglichkeit)

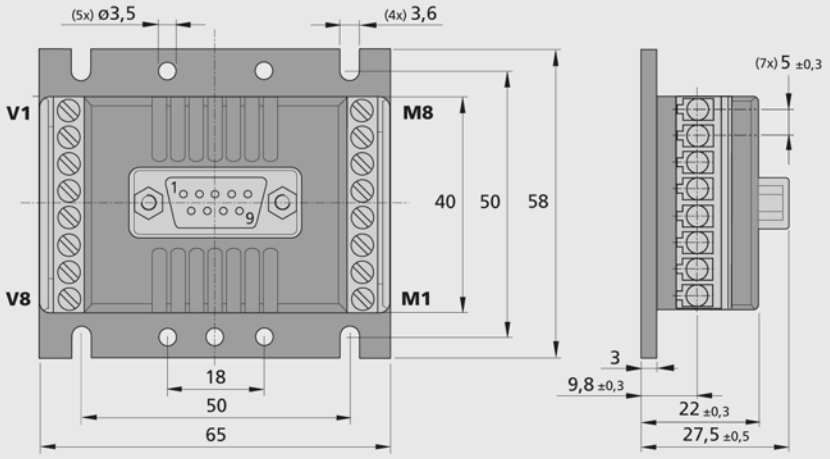
ACHTUNG: Thermische Abschaltung ist NICHT garantiert!

Anschlussbelegung

Pin	Anschluss
1	Ph C
2	Hall A
3	+ 5V
4	SGND
5	Hall B
6	Hall C
7	Ph B
8	Ph A
9	CAN_H
10	CAN_L
11	AGND
12	Fault
13	AnIn
14	+ 24V
15	GND
16	3. In

Maßzeichnung und Anschlussinformation MCBL 3006 C

Abbildungen verkleinert



Motorseite

Nr.	Funktion
M1	Ph C
M2	Hall A
M3	+ 5V
M4	SGND
M5	Hall B
M6	Hall C
M7	Ph B
M8	Ph A

Versorgungsseite

Nr.	Funktion
V1	CAN_H
V2	CAN_L
V3	AGND
V4	Fault
V5	AnIn
V6	+ 24V
V7	GND
V8	3. In

Änderungen vorbehalten

NEU

Motion Controller

4-Quadranten PWM
mit CAN-Schnittstelle

Kombinierbar mit:
DC-Kleinstmotoren

Serie MCDC 3003/06 C

		MCDC 3003 C	MCDC 3006 C	
Versorgungsspannung	U_B	12 ... 30	12 ... 30	V DC
PWM-Schaltfrequenz	f_{PWM}	78,12	78,12	kHz
Wirkungsgrad	η	95	95	%
Max. Dauer-Ausgangsstrom [1]	I_{dauer}	3	6	A
Max. Spitzen-Ausgangsstrom	I_{max}	10	10	A
Stromaufnahme der Elektronik	I_{el}	0,06	0,06	A
Drehzahlbereich		5 ... 30 000	5 ... 30 000	rpm
Regler Abtastrate	N	100	100	µs
Auflösung mit externem Encoder		≤ 65 535	≤ 65 535	Imp./Umdr.
Ein-/Ausgänge (teilweise frei konfigurierbar)		5	5	
Betriebstemperaturbereich		0 ... + 70	0 ... + 70	°C
Lagertemperaturbereich		– 25... + 85	– 25 ... + 85	°C
Gehäusematerial		ohne Gehäuse	Aluminium, schwarz eloxiert	
Gewicht		18	160	g

[1] bei 22°C Umgebungstemperatur

Beschreibung der Anschlüsse			
Anschluss "CANH", "CANL":		CAN-High / CAN-Low	
Schnittstelle		CAN	
Protokoll		CANopen	
Maximale Übertragungsgeschwindigkeit		1	Mbit/s
Anschluss "AGND":			
– Analog Ground		Analog Bezugsmasse	
– Digitaler Eingang externer Encoder		Kanal B	
	R_{In}	10	kΩ
	f	≤ 400	kHz
Anschluss "Fault":			
– Digitaler Eingang	R_{In}	100	kΩ
– Digitaler Ausgang (open collector)	U	≤ U_B	V
	I	≤ 30	mA
	clear	durchgeschaltet nach GND	
	set	hochohmig	
Fehlerausgang	kein Fehler	durchgeschaltet nach GND	
	Fehler	hochohmig	
Anschluss "AnIn":		"AGND" als Bezugsmasse	
– Analoger Eingang Drehzahlsollwert	U_{In}	± 10	V
– Digitaler Eingang PWM für Drehzahlsollwert	f	100 ... 2 000	Hz
	T	50% ≙ 0 rpm	
externer Encoder		Kanal A	
	f	≤ 400	kHz
Schrittfrequenz Eingang	f	≤ 400	kHz
	R_{In}	5	kΩ
Anschluss "+24V":	U_B	12 ... 30	V DC
Anschluss "GND":		Masse	
Anschluss "3. In":			
– Digitaler Eingang	R_{In}	22	kΩ
– Versorgungsspannung Elektronik [2]	U_B	12 ... 30	V DC
Anschluss "4. In":			
– Digitaler Eingang	R_{In}	22	kΩ
Anschluss "5. In":			
– Digitaler Eingang	R_{In}	22	kΩ

[2] Sonderausführung optional

Änderungen vorbehalten.

Beschreibung der Anschlüsse

Anschluss "Mot -", "Mot +":				
Motoranschluss	Mot -		Motor -	
	Mot +		Motor +	
		U_{Out}	0 … U_B	V
PWM-Schaltfrequenz		f_{PWM}	78,12	kHz
Anschluss "Ch A", "Ch B":				
Encodereingang	Ch A		Encoder Kanal A	
	Ch B		Encoder Kanal B	
Integrierter Pullup-Widerstand nach + 5V		R	2,2	kΩ
		f	≤ 400	kHz
Anschluss "SGND":				
Signal GND			Signalmasse	
Anschluss "+5V":				
Ausgangsspannung für externen Gebrauch [1]		U_{Out}	5	V DC
Laststrom		I_{Out}	≤ 60	mA

[1] z.B. Encoder

Beschreibung des D-SUB-Steckers

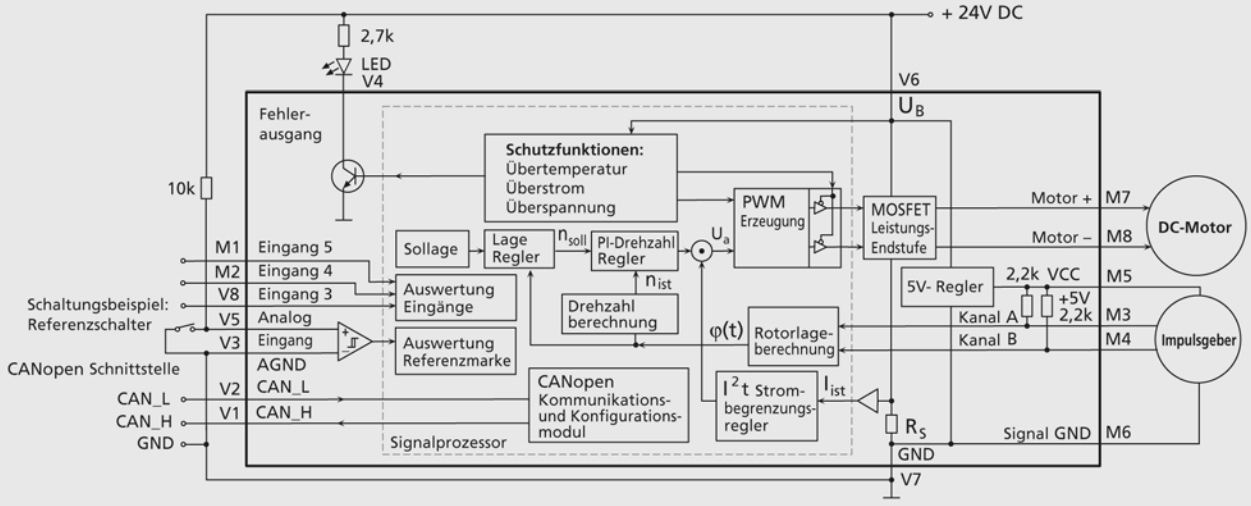
Anschluss D-SUB-Stecker:			
Pin 2	CAN_L		CAN-Low
Pin 3	GND		Ground
Pin 7	CAN_H		CAN-High

Digitale Eingänge Allgemein

- PLC, default	high	12,5 … U_B	V
	low	0 … 7	V
- TTL	high	3,5 … U_B	V
	low	0 … 0,5	V

Der Pegel (PLC oder TTL) der digitalen Eingänge kann über die Schnittstelle konfiguriert werden (siehe Bedienungsanleitung).

Anschlussbeispiel Positionsregelung



Änderungen vorbehalten.

Motion Controller

Allgemeine Beschreibung

Der MCDC 3003/06 C ist der ideale Controller für die gesamte Palette der FAULHABER DC-Kleinstmotoren. Mit den bewährten Impulsgebern IE2-512 kann damit eine Positionsauflösung von 0,18° erreicht werden. Eine spezielle Ballastschaltung schützt die Elektronik vor Überspannung beim Bremsen im generatorischen Betrieb.

Maxi-Leistung:

- **PI-Drehzahlregler** bei hohen Anforderungen an Gleichlauf und geringsten Drehmoment-Schwankungen.
- **Drehzahlprofile**, wie z.B. Rampen-, Dreieck- oder Trapez-Bewegungen. Auch komplexere Profile sind problemlos umsetzbar.
- **Positionierbetrieb** zum Anfahren von definierten Positionen mit hoher Auflösung. Erfassen von Referenzmarken und Endschalter.
- **Betrieb als Drehmomentregler** durch einstellbare Strombegrenzung
- **Erweiterte** Betriebsarten:
  - Schrittmotorbetrieb
  - Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)
  - Analoger Positioniermodus (Positionsregelung auf analoge Spannung)
  - Spannungssteller Modus
  - Analoge Sollstromvorgabe
  - IxR-Regelung

Modernste Technik im Mini-Format:

- Hoher Wirkungsgrad
- Leistungsverstärker mit sehr hoher PWM-Frequenz
- Power-MOSFETs mit minimalem Einschaltwiderstand
- Einzigartige thermische Schutzeinrichtung bestimmt MOSFET-Siliziumtemperatur
- Leistungsstarker 16-Bit Signalprozessor

Besonders kommunikativ:

- **Sollwerteingang** für die Drehzahlvorgabe. Verarbeitet Analog- sowie PWM-Signale. Der Eingang kann auch für ein Frequenz- oder Referenzmarkensignal verwendet werden.
- **Fehlerausgang** (Open Collector). Auch programmierbar als Drehrichtungs- oder Referenzmarkeneingang.
- Zusätzliche **Digitaleingänge**
- **CANopen Schnittstelle** zur Integration in ein CAN-Netzwerk mit Übertragungsraten bis zu 1Mbit/s.

Programmieren leicht gemacht

Der MCDC 3003/06 C unterstützt das CANopen-Kommunikationsprofil nach DS301 V4.02 und DSP402 V2.0 gemäß der CiA-Spezifikation für Slave-Geräte mit folgenden Diensten:
- 1 Server SDO
- 3 Sende PDOs, 3 Empfangs PDOs
- Statisches PDO Mapping
- NMT mit Node Guarding
- Emergency Object

Die Einstellung von Übertragungsrate und Knoten-Nr. erfolgt über das Netzwerk gemäß des LSS-Protokolls nach DSP305 V1.11, zusätzlich ist eine automatische Baudratenerkennung implementiert. Über einen speziellen FAULHABER PDO-Kanal können außerdem sehr einfach alle Funktionen und Parameter der Antriebseinheit angesprochen werden. Für jedes FAULHABER-Kommando steht ein entsprechendes CAN-Telegramm auf dem PDO-Kanal zur Verfügung, womit die CAN-Einheit analog zur seriellen Variante bedient werden kann.

Für Windows Betriebssysteme ist die **„FAULHABER Motion Manager"** - Software verfügbar. Sie vereinfacht die Bedienung und Konfiguration wesentlich und bietet zudem eine grafische Onlineanalysemöglichkeit der Betriebsdaten.

Einsatzgebiete

Der Motion Controller ist in vielfältigen Anwendungen einsetzbar. Die flexiblen Anbindungsmöglichkeiten eröffnen ein breites Einsatzgebiet in allen Bereichen, zum Beispiel in dezentralen Systemen der Automatisierungstechnik, sowie in Handling- und Werkzeugmaschinen.

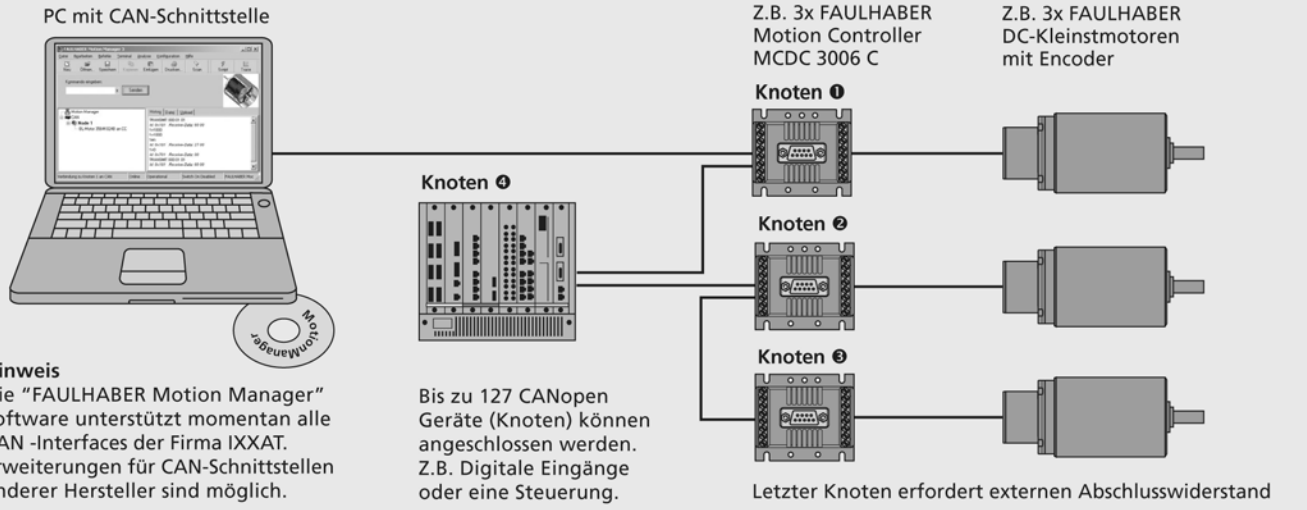
Optionen

- Adapter für IE2 oder HEDL Encoder
- Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuerelektronik ist optional möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen), hierbei entfällt der 3. Eingang.
- Auf Anfrage ist eine spezielle Vorkonfiguration der Modi und Parameter möglich.
- Die **„FAULHABER Motion Manager"** - Software ist auf Anfrage oder im Internet erhältlich.

Hinweis

Dem Motion Controller ist eine ausführliche Bedienungsanleitung zur Installation und Inbetriebnahme beigelegt.

Anschlussbeispiel



Hinweis
Die "FAULHABER Motion Manager" Software unterstützt momentan alle CAN -Interfaces der Firma IXXAT. Erweiterungen für CAN-Schnittstellen anderer Hersteller sind möglich.

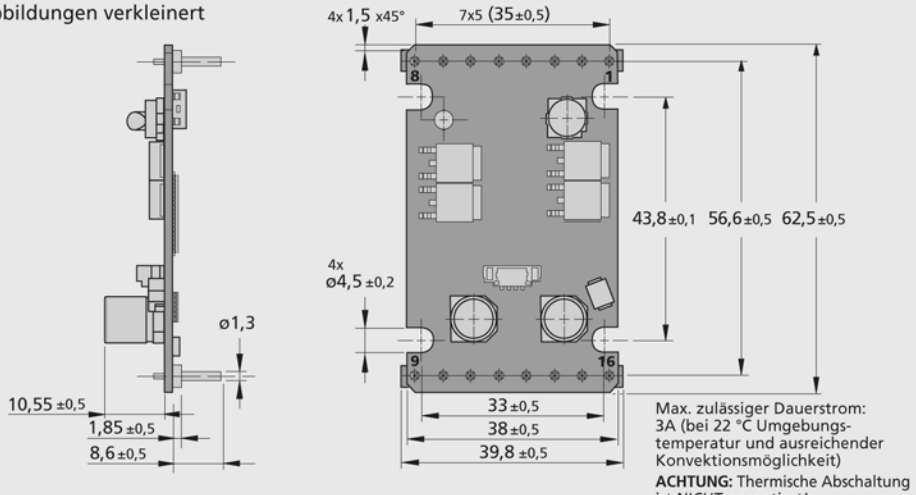
Bis zu 127 CANopen Geräte (Knoten) können angeschlossen werden. Z.B. Digitale Eingänge oder eine Steuerung.

Letzter Knoten erfordert externen Abschlusswiderstand

Änderungen vorbehalten.

Maßzeichnung und Anschlussinformation MCDC 3003 C

Abbildungen verkleinert



Max. zulässiger Dauerstrom: 3A (bei 22 °C Umgebungstemperatur und ausreichender Konvektionsmöglichkeit)

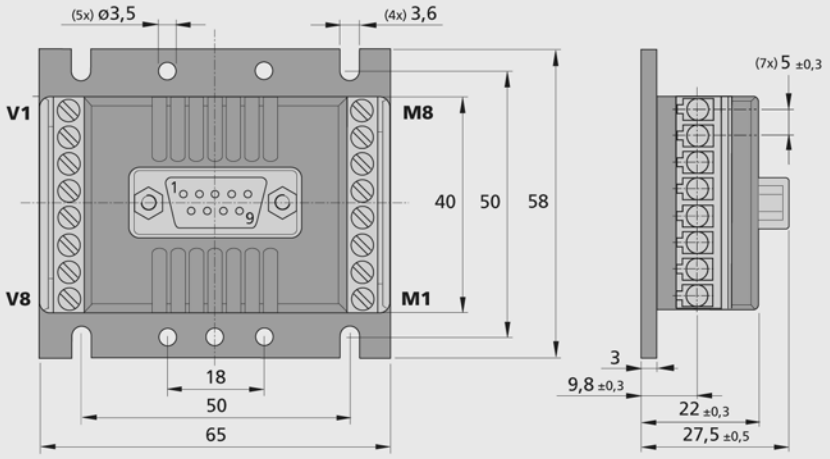
ACHTUNG: Thermische Abschaltung ist NICHT garantiert!

Anschlussbelegung

Pin	Anschluss
1	5. In
2	4. In
3	Ch A
4	Ch B
5	+ 5V
6	SGND
7	Mot +
8	Mot –
9	CAN_H
10	CAN_L
11	AGND
12	Fault
13	AnIn
14	+ 24V
15	GND
16	3. In

Maßzeichnung und Anschlussinformation MCDC 3006 C

Abbildungen verkleinert



Motorseite

Nr.	Funktion
M1	5. In
M2	4. In
M3	Ch A
M4	Ch B
M5	+ 5V
M6	SGND
M7	Mot +
M8	Mot –

Versorgungsseite

Nr.	Funktion
V1	CAN_H
V2	CAN_L
V3	AGND
V4	Fault
V5	AnIn
V6	+ 24V
V7	GND
V8	3. In

Änderungen vorbehalten.

Notizen

Die FAULHABER Gruppe

DR. FRITZ FAULHABER GMBH & CO. KG
Daimlerstraße 23
71101 Schönaich · Germany
Tel. +49(0)70 31/638-0
Fax +49(0)70 31/638-100
Email: info@faulhaber.de
www.faulhaber-group.com

MINIMOTOR SA
6980 Croglio · Switzerland
Tel. +41(0)916113100
Fax +41(0)916113110
Email: info@minimotor.ch
www.minimotor.ch

MicroMo Electronics, Inc.
14881 Evergreen Avenue
Clearwater
FL 33762-3008 · USA
Phone +1(727) 572-0131
Fax +1(727) 573-5918
Toll-Free (800) 807-9166
Email: info@micromo.com
www.micromo.com

FAULHABER

www.faulhaber-group.com

Mehr Informationen? Gehen Sie online!

Browsen Sie durch die aktuellen Produkt-Highlights, lesen Sie interessante Berichte und ordern Sie unsere aktuellen Kataloge und Dokumentationen einfach und bequem per Mausklick.

© DR. FRITZ FAULHABER GMBH & CO. KG
MA00012, deutsch, 2. Auflage, 01.07.06